



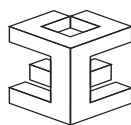
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI



Programa de Monitoramento Ambiental na Área de Influência da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota, RS.

Relatório Final

Período de outubro de 2017 a setembro de 2018



**FUNDAÇÃO
LUIZ ENGLERT**
ENTIDADE DE APOIO A UFRGS DESDE 1965

À Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

Aos Cuidados do Engenheiro-Gestor

Eng. LUIZ EDUARDO BROSE PIOTROWICZ

A Fundação Luiz Englert, apresenta o Relatório Anual-Final, referente ao contrato CGTEE/090/2016 para o período outubro de 2017 a setembro de 2018.

Porto Alegre 02 de outubro de 2018.

Dr. NELSON AUGUSTO FLORES MACHADO-CREA 48595
Coordenador do Projeto Monitoramento Ambiental
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

APRESENTAÇÃO

O monitoramento ambiental da área de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici, pode ser definido como a amostragem sistemática de água, sedimento e biota, a fim de observar e estudar os ambientes aquáticos e terrestres. Bem como obter conhecimento dos processos que atuam. Processos são conjunto de ciclos e conjunto de processos associados que irão gerar serviços ecossistêmicos os quais manterão os ciclos atuando em caráter de normalidade ou naturalidade, mantendo o equilíbrio dos ecossistemas. Portanto buscaram-se as interferências destes ciclos pela atividade antropogênica.

O monitoramento foi realizado visando um caráter de vigilância ambiental nas atividades desenvolvidas pela geração de termelétricidade.

Ao longo dos anos, com a experiência do grupo de pesquisas, a percepção de que os trabalhos de monitorização estavam, não só, vigiando o estado ambiental da área sob a atuação da geração da termelétricidade, mas também, a todos os usos registrados na bacia hidrográfica envolvida, a Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota. Visto que esta bacia é uma bacia de multiusos em que o desenvolvimento econômico é acentuado.

Portanto, os estudos são um registro dos efeitos das atividades que juntamente com a termelétricidade desenvolvem a região economicamente, tendo forte influência antropogênica.

Tem-se mostrado que ao longo deste programa de monitoramento celebrado entre CGTEE e Fundação Luiz Englert da UFRGS tem-se buscado as linhas de base, tendências e efeitos cumulativos ambientais, para garantir a conformidade com os regulamentos ambientais.

No que tange a educar o público sobre as condições ambientais, para concepção de políticas e tomada de decisões, para os efeitos de influências antropogênicas, ou para conduzir um inventário de recursos naturais o programa não tem atuado de forma significativa por que não foi seu escopo. Mesmo porque para que isto possa ser alcançado é necessário que os usos da bacia se integrem através de seus responsáveis, e cada uso assuma responsabilidades dentro de um projeto maior, a gestão desta importante bacia hidrográfica.

Apresenta-se este documento que reúne dados levantados, trabalhados, analisados e discutidos no período de novembro de 2017 a julho de 2018. Composto de quatro campanhas amostrais, novembro de 2017, janeiro de 2018, abril de 2018 e julho de 2018. Cada uma das campanhas amostrais foi devidamente encaminhada a CGTEE, na forma de relatório técnico escrito e registrado em mídia, com um intervalo de 30 a 45 dias após a campanha amostral.

As atividades têm sido eficazes e culminam em conjuntos de dados de alta qualidade, questões importantes têm sido focadas, relevantes e adaptativas ao longo deste estudo.

O presente monitoramento tem sido conduzido sobre rigorosa aplicação do método científico. Composto por aplicação de medidas que garantam a qualidade e o controle de qualidade no processo de coleta de dados, armazenamento e acesso, e a consulta de estatísticos experientes durante o processo de design amostral, componentes da própria equipe de pesquisa.

Vamos ao relato técnico e científico.

Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado
Coordenador do Programa
CREA 48595

EQUIPE DE TRABALHO

Biólogo Dr. ALEXANDRE ARENZON

Veterinária AMANDA DIAS DE OLIVEIRA

Auxiliar Amostral ARACI DA SILVA EXTERKOTTER

Biólogo Dr. ARMANDO MOLINA DIVAN JÚNIOR

Bióloga CARINA MICHELE SARAIVA PORTELA

Biólogo CARLOS EDUARDO GÜNTZEL

Bióloga Dra. CATARINA DA SILVA PEDROZO

Grad. Veterinária CINDY ANNE KLAUSBERGER XIMENES

Bióloga DANIELA DE CARVALHO LEITE RIBEIRO

Geólogo. Me. FABIO JONES

Biólogo Dr. FÁBIO SILVEIRA VILELLA

Biólogo Dr. JAN KAREL FELIX MAHLER JUNIOR

Biólogo Dr. JORGE SEBASTIÃO BERNARDO SILVA

Bióloga Me. LETÍCIA ROSA FRIZZO

Biólogo LISANDRO BECKER

Logística Amostral MANOEL OTÁVIO FRAGA DA CUNHA

Logística Amostral MARCELO SARAIVA

Farmacêutica Bioquím. MARIA JOSÉ CECÍLIA CARDOSO

Geólogo Dr. NELSON AUGUSTO FLORES MACHADO

Biólogo Dr. PAULO LUIZ DE OLIVEIRA

Biólogo Me. ROGÉRIO BOTH

Secretária SÔNIA MARIA MADALOSSO

Bióloga Me. SUZANA FAGONDES DE FREITAS

Técnica em Meio Ambiente VERA ARAÚJO DE SOUZA

Veterinária Dra. VERÔNICA SCHMIDT

Auxiliar de Campo VOLMAR GARCEZ DE MORAIS

SUMÁRIO

1. OBJETO DO ESTUDO	pag. 01
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	pag. 02
3. REDE DE MONITORAMENTO AMBIENTAL PARA O AMBIENTE AQUÁTICO	pag. 04
4. AMBIENTE AQUÁTICO	pag. 08
4.1 ÁGUA SUPERFICIAL	pag. 08
4.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA	pag. 25
4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS DO ARROIO CANDIOTA	pag. 94
5. BIOINDICADORES AMBIENTAIS AQUÁTICOS FITOPLÂNCTON, PERIFÍTON, ZOOPLÂNCTON, MACROFAUNA BENTÔNICA E ICTIOFAUNA	pag. 168
5.1 INTRODUÇÃO	pag. 168
5.2 METODOLOGIA	pag. 168
5.3 RESULTADOS	pag. 171
5.3.1 FITOPLÂNCTON	pag. 171
5.3.2 PERIFITON	pag. 180
5.3.3 ZOOPLÂNCTON	pag. 188
5.3.4 MACROFAUNA BENTÔNICA	pag. 198
5.3.5 ICTIOFAUNA	pag. 218
6. AMBIENTE TERRESTRE - BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE	pag. 328
6.1 MONITORAMENTO DA FLORA	pag. 328
6.2 MONITORAMENTO DA AVIFAUNA	pag. 384
6.3 MONITORAMENTO DA HERPETOFAUNA	pag. 404
7. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR-FLORA	pag. 416
8. ATIVIDADE PECUÁRIA	pag. 441



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI CANDIOTA RIO GRANDE DO SUL.

MONITORAMENTO DE BIOINDICADORES AMBIENTAIS, AQUÁTICO E TERRESTRE, E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DA USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI, EM CANDIOTA, RIO GRANDE DO SUL.

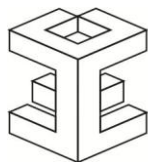
1. OBJETO DO ESTUDO

O Programa de Monitoramento para o Ambiente Aquático, Terrestre e Águas Subterrâneas constitui-se pelo conjunto de Planos Ambientais associados aos diversos compartimentos ambientais considerados frente a atividade monitorada. Esse relatório final apresenta os resultados compilados das coletas e análises realizadas no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

O ambiente aquático tem uma rede de monitoramento comum para os compartimentos: Água Superficial, Sedimentos e Bioindicadores ambientais (Fitoplâncton, Perifíton, Zooplâncton, Macrofauna Bentônica e Ictiofauna).

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

As estações amostrais e o monitoramento, 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

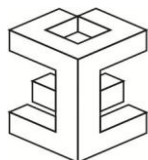
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

por solicitação da CGTEE, e mais recentemente pelo termo de referência qual rege o contrato envolvendo o ano de 2017 e 2018, com intervalos de três meses.

Neste novo programa de monitoramento, ao longo de sua execução, foram incluídas novas estações de amostragem, conforme solicitação expressa do Órgão Fiscalizador – IBAMA, denominada P8, que se refere a estação P8 - Efluente, localizada imediatamente após o lançamento do efluente final líquido da Usina Termelétrica Presidente Médici, para a investigação da possível influência direta do efluente no corpo hídrico receptor.

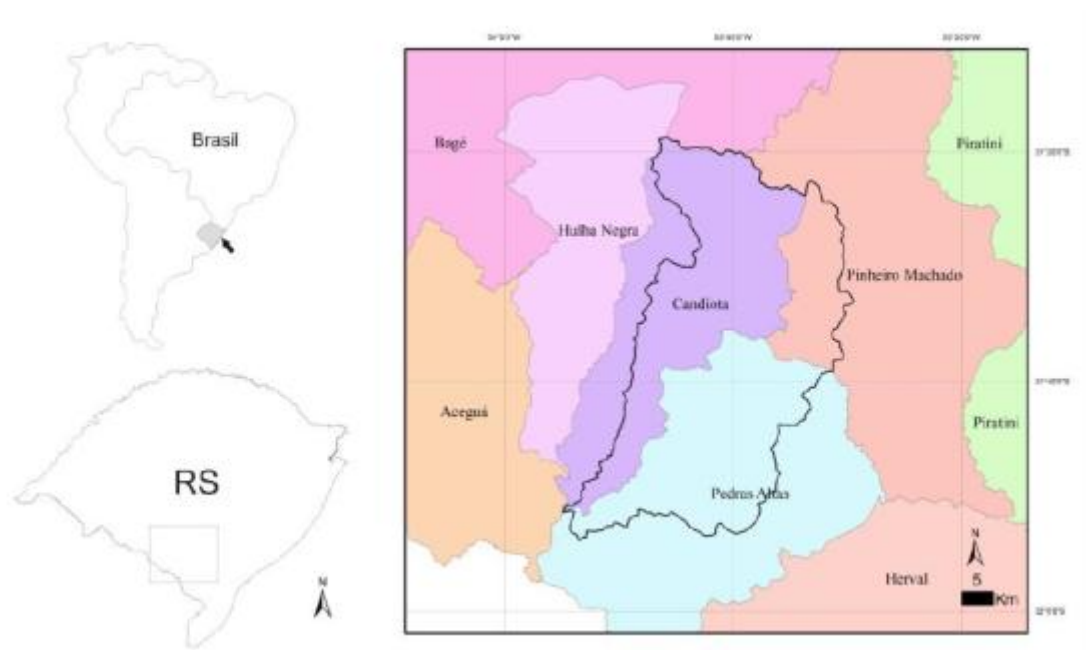
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Arroio Candiota, situada entre as coordenadas geográficas 31°53'48.13"S; 53°54'54"W e 31°19'1.19"S; 53°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 a bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo, cujos principais usos da água se destinam a irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

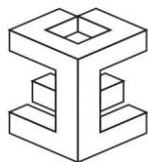
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



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.



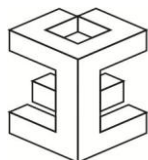
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Essa descrição se baseia na média da pluviometria mensal, entre julho de 2005 e junho de 2013, de quatro estações meteorológicas. As estações Aeroporto ($31^{\circ}29'42.80''S$, $53^{\circ}41'38.00''O$), Candiota ($31^{\circ}32'35.77''S$, $53^{\circ}42'55.87''O$) e Aceguá ($31^{\circ}51'51.85''S$, $54^{\circ}9'43.71''O$) fazem parte da rede de monitoramento ambiental da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - Eletrobrás CGTEE. A Estação Bagé ($31^{\circ}34'46.8''S$; $54^{\circ}01'19.8''O$) 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. A figura 3.1 e o quadro 3.1 apresentam os pontos de monitoramento do ambiente aquático.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

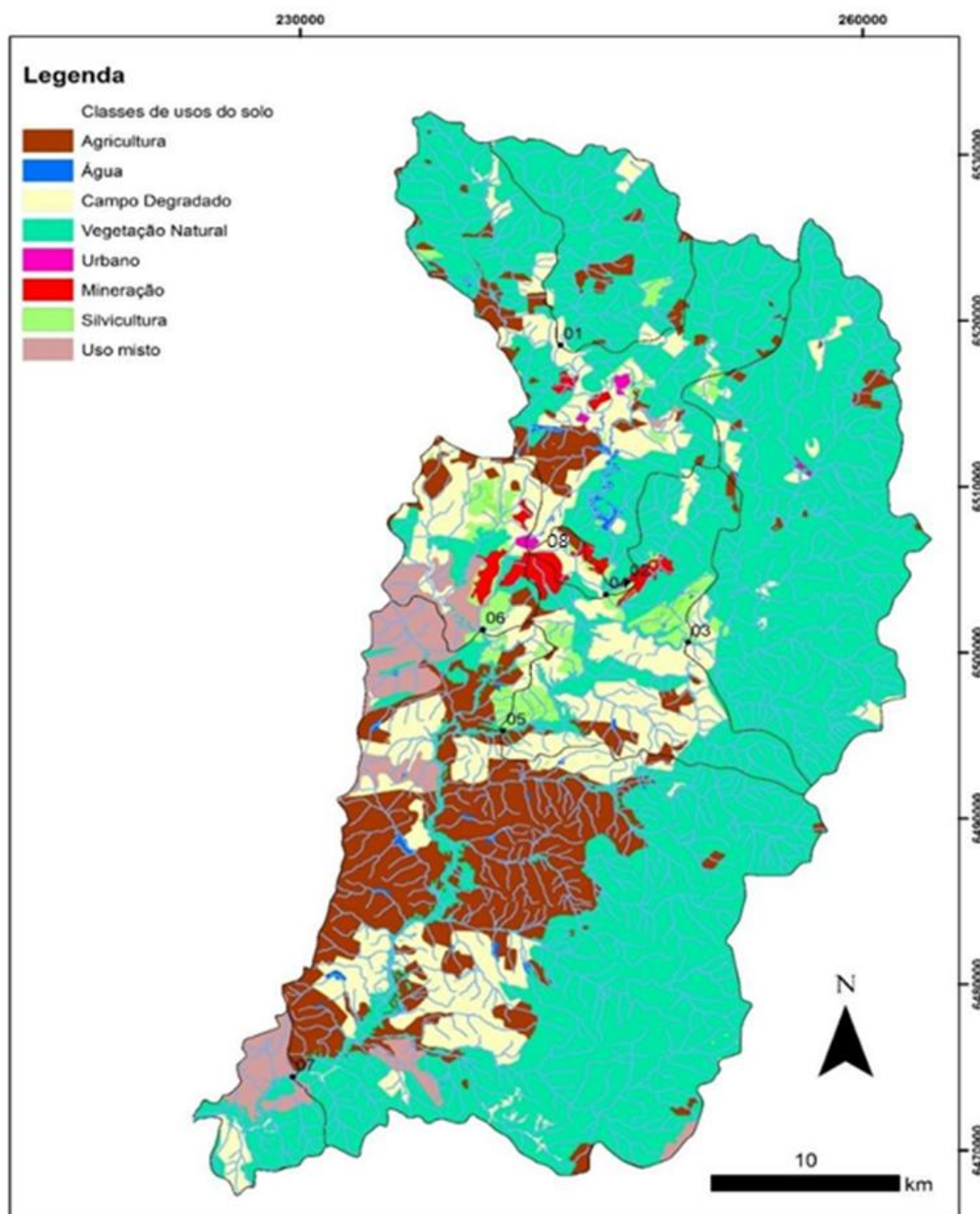


Figura 3.1 - Distribuição das Estações Amostrais da Rede de Monitoramento, utilizando com fundo as classes de uso do solo, incluindo a estação 8 - no lançamento do efluente.

Nas figuras 3.1 e 3.2 está apresentada a localização da estação amostral P8 - efluente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 3.2 - Localização de estação amostral 8- efluente. (Foi estudado a qualidade das águas e dos sedimentos, bentos, peixes e o plâncton para atender a última demanda do IBAMA no que tange a rede amostral).

No quadro 3.1, estão apresentadas as estações amostrais e sua respectiva localização geográfica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

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

Estação Amostrai	Curso d'água	Descrição das Estações Amostrais
PM 1	Arroio Candiota	Estação à montante da BR 293, visando ser a estação amostral de referência Coordenadas UTM 22J 6518528 / 243952
PM 2	Arroio Candiota	Estação 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 Candiota	Estação 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	Estação à jusante do deságüe dos efluentes da Usina e à montante do deságüe Arroio Candiota, visando avaliar as atividades da Usina no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6503415 / 246365
PM 5	Arroio Candiota	Estação à jusante do deságüe Arroio Candiota, visando avaliar as atividades da Usina no corpo receptor Coordenadas UTM 22J 6495108 / 240637
PM 6	Arroio Poacá	Estação 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	Estação após a foz do Arroio Poacá e à jusante de todas as fontes consideradas potencialmente geradoras de impactos ambientais Coordenadas UTM 22J 6474399 / 229614
PM 8	Arroio Sem Nome	Estação amostral acrescentada por solicitação expressa em relato interpretativo do IBAMA – lançamento do efluente tratado da termelétrica Coordenadas UTM 22J 6505818,92 / 244627,54

NOTA: A estação PM8 foi anexada ao monitoramento aquático em função de solicitação expressa e verbal, comunicada ao grupo de pesquisa, para que o local fosse devidamente amostrado em especial a deposição de particulados, com a provável origem do próprio efluente da termelétrica, identificados pelos técnicos do IBAMA em visita "in loco".



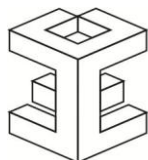
4. AMBIENTE AQUÁTICO

4.1. ÁGUA SUPERFICIAL

Esse relatório final apresenta os resultados compilados relativos às coletas realizadas entre os meses de novembro de 2017 e julho de 2018, bem como a interpretação destes no monitoramento da água superficial da área de influência direta da Usina Termelétrica de candiota.

As estações amostrais foram identificadas no quadro 3.1, apresentado anteriormente.

A tabela 4.1.1 apresenta as concentrações máximas e mínimas dos resultados analíticos, obtidas para cada parâmetro físico, químico, microbiológico e ecotoxicológico analisado no período.



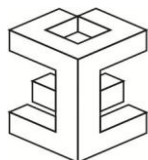
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 4.1.1 - Valores máximos e mínimos registrados para as variáveis físicas e químicas realizadas nas amostras coletadas na bacia hidrográfica do Arroio Candiota no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	60	66	122	134	222	1180	252	528
	34	34	54	68	83	263	95	230
Coliformes termotolerantes (NMP.100 mL ⁻¹)	1483	228	2420	345	3840	1986	3360	1986
	435	56,9	261	154	308	< 1	326	39,7
Cor Aparente (U.C)	438	267	495	277	893	545	804	345
	75,9	124	75	104	75	30	124	39,4
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg O ₂ .L ⁻¹)	7,2	8	8,4	22	7,6	6	8,4	9,6
	< 2,0	< 2,0	< 2	2,7	2,2	< 2	2,5	3,6
Fenóis totais (mg Fenóis.L ⁻¹)	0,325	0,113	0,362	0,026	0,304	0,055	0,272	0,121
	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Fósforo Total (mg P.L ⁻¹)	0,037	0,093	0,047	0,046	0,129	0,131	0,08	0,343
	0,019	0,021	0,016	0,026	0,017	0,008	0,022	0,06
Nitrogênio Amoniacal (mg NH ₃ -N.L ⁻¹)	1,34	1,55	2,02	3,05	2,13	1,99	2,61	2,12
	< 0,340	< 0,340	< 0,340	< 0,340	0,39	0,701	0,584	0,769
Nitrato (mg N-NO ₃ .L ⁻¹)	0,239	0,741	0,238	0,344	0,163	0,425	0,331	0,619
	0,084	0,071	< 0,019	0,082	0,067	0,296	0,077	0,398
Alumínio Dissolvido (mg Al.L ⁻¹)	0,669	1,525	1,892	1,251	2,188	1,704	2,693	0,197
	0,059	0,541	0,056	0,481	0,167	0,391	0,213	0,044
Arsênio Total (mg As.L ⁻¹)	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cádmio Total (mg Cd.L ⁻¹)	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0019	< 0,0006	0,0024
	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Chumbo Total (mg Pb.L ⁻¹)	< 0,004	0,004	< 0,004	< 0,004	0,004	0,005	< 0,004	< 0,004
	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cobre Dissolvido (mg Cu.L ⁻¹)	0,008	0,023	0,009	< 0,006	0,008	< 0,006	< 0,006	0,01
	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Cromo Total (mg Cr.L ⁻¹)	< 0,003	0,004	< 0,003	0,004	0,004	0,004	< 0,003	0,004
	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Ferro Dissolvido (mg Fe.L ⁻¹)	0,721	1,071	0,698	0,821	0,963	0,799	1,047	0,017
	0,292	0,492	0,074	0,376	0,239	< 0,006	0,18	< 0,006
Manganês Total (mg Mn.L ⁻¹)	0,16	0,11	0,102	0,065	0,276	2,415	0,184	0,121
	0,019	0,021	0,016	0,026	0,017	0,008	0,022	0,074
Mercurio Total (mg Hg.L ⁻¹)	0,059	0,05	0,039	0,054	0,135	1,606	0,082	0,104
	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel Total (mg Ni.L ⁻¹)	< 0,0002	0,0003	0,0002	0,0036	0,002	0,081	0,002	0,004
	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zinco Total (mg Zn.L ⁻¹)	0,043	0,045	0,047	0,039	0,047	0,165	0,048	0,097
	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,044	0,002	< 0,001
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	9,5	10,9	9,55	11,5	9,84	11,6	11,1	11,6
	7,36	7,96	6,46	9,74	7,36	6,86	8,35	7,16

Continua...



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

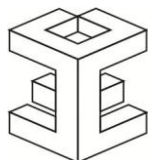
...continuação

Óleos e Graxas (mg OG.L ⁻¹)	2,5	5,7	3,8	3,9	4,4	3,4	10,9	9,38
	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
pH	7,8	7,9	8,04	7,7	7,5	7,4	7,7	8,2
	6,9	7,5	7,4	7,5	6,9	4,3	7,4	7,6
Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹)	50	656	76	86	142	764	164	344
	32	33	50	62	92	226	85	192
Sulfetos (mg.L ⁻¹)	0,077	0,069	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064
	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064	< 0,064
Surfactantes (mg MBAS.L ⁻¹)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Temperatura (°C)	22	28	22	27	30	28	28	29
	12	12,5	13	12,5	13	12,5	14	18
Toxicidade crônica com <i>P. subcaptata</i>	NE	NE	NE	NE	NE	TA	NE	TC
	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	NE	NE	NE	NE	NE	TA	TC	NE
	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Toxicidade crônica com <i>Pimephales promelas</i>	NE	NE	NE	NE	NE	TA	NE	NE
	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Turbidez (NUT)	47	31,3	56,7	30,3	92	59,2	90,4	37,3
	12,9	18,2	10,3	16,1	10,2	4	17,7	6,6

NE = NENHUM EFEITO, TC = TOXICIDADE CRÔNICA, TA = TOXICIDADE AGUDA

Obs.: as concentrações máximas estão na primeira linha e as mínimas na segunda linha.

Todos os resultados foram comparados com os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 (Tabela 4.1.2)



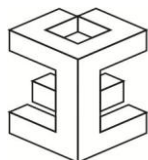
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 4.1.2 - Variação da Qualidade das águas nas estações de amostragem na bacia hidrográfica do Arroio Candiota, baseado na resolução do COMANA, no. 357/2005, no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Coliformes termotolerantes (NMP.100 mL ⁻¹)								
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg O ₂ .L ⁻¹)								
Fenóis totais (mg Fenóis.L ⁻¹)								
Fósforo Total (mg P.L ⁻¹)								
Nitrogênio Amoniacal (mg NH ₃ .L ⁻¹)								
Nitrato (mg N-NO ₃ .L ⁻¹)								
Alumínio Dissolvido (mg Al.L ⁻¹)								
Arsênio Total (mg As.L ⁻¹)								
Cádmio Total (mg Cd.L ⁻¹)								
Chumbo Total (mg Pb.L ⁻¹)								
Cobre Dissolvido (mg Cu.L ⁻¹)								
Cromo Total (mg Cr.L ⁻¹)								
Ferro Dissolvido (mg Fe.L ⁻¹)								
Manganês Total (mg Mn.L ⁻¹)								
Mercurio Total (mg Hg.L ⁻¹)								
Níquel Total (mg Ni.L ⁻¹)								
Zinco Total (mg Zn.L ⁻¹)								
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)								
Óleos e Graxas (mg OG.L ⁻¹)								
pH								
Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹)								
Sulfetos (mg.L ⁻¹)								
Surfactantes (mg MBAS.L ⁻¹)								
Turbidez (NTU)								
Legenda: classes de qualidade segundo o CONAMA 357								
Classe 1								
Classe 2								
Classe 3								
Classe 4								

Obs.: a pior classificação está na primeira linha e a melhor na segunda linha.



Assim como ressaltado no relatório final do período de novembro de 2016 a julho de 2017, do ponto de vista da classificação das águas do sistema, utilizando-se a resolução no. 357/2005 do CONAMA, também no presente período a influência da poluição orgânica no sistema é constante. Essa observação é feita, principalmente, quando são analisados os resultados de Coliformes Termotolerantes e a Demanda Bioquímica de Oxigênio, além dos Fenóis e do Fósforo Total.

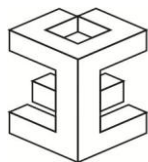
Como pode ser visto na tabela 4.1.2 acima, esses parâmetros, na sua situação mais crítica (ou seja, valores máximos encontrados) classificaram todo o sistema como de classe 3 ou 4 (exceção as estações P2 e P4), o que denota o ambiente fortemente influenciado por descargas de esgoto doméstico.

Além dos coliformes termotolerantes e da DBO_5 , também fenóis foram encontrados no sistema, levando à pior classificação das estações como de classe 4.

A fonte específica dos fenóis na natureza é o alcatrão da hulha, um tipo de carvão que possui alta concentração de carbono. Fenóis são compostos orgânicos, tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal classificaram principalmente as estações P5, P6 e P8 como classe 3 e 4.

O Alumínio também foi importante na caracterização limnológica do sistema. Este é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre (SANTOS, 2003). Ele não ocorre naturalmente na forma elementar, metálica, porém é amplamente distribuído na crosta terrestre combinado com o oxigênio, flúor, silício e outros constituintes. A ocorrência deste metal se dá na forma de silicatos como o feldspato e a mica, complexados com



sódio e fluoreto como a criolita e pedra de baixita, a qual é composta por óxidos de alumínio hidratado, hidróxidos de alumínio e impurezas como sílica livre. Em geral, a redução do pH como resultado da chuva ácida ou da liberação de ácidos minerais, aumenta a mobilidade de formas monoméricas de alumínio.

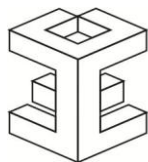
Ainda, de acordo com essa autora acima citada, o alumínio dissolvido pode ocorrer em sistemas subterrâneos ou superficiais. A sua solubilidade, em equilíbrio com a fase sólida $\text{Al}(\text{OH})_3$ é altamente dependente do pH. O complexo aquoso $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ predomina em pH baixo (4,0).

No sistema, observa-se a ocorrência frequente desse metal, tendo classificado todo o sistema como de classe 4, pelo menos na sua condição mais crítica.

Além desses, também Ferro Dissolvido e o Manganês total foram novamente importantes, classificando os ambientes como de classe 3. O manganês é um metal que ocorre naturalmente em diversos tipos de rochas. Não ocorre no ambiente como metal puro e sim combinado com outras substâncias como oxigênio, enxofre e cloro. Algumas partículas do material sólido podem se apresentar em suspensão no ar e alguns compostos podem se dissolver na água ou, ainda, baixos níveis destes compostos se encontram normalmente presentes em lagos, oceanos e rios.

De acordo com MARTINS (2003), alguns compostos são usados na fabricação de baterias, em suplementos alimentares, como ingredientes de cerâmicas, praguicidas e fertilizantes.

Já Mercúrio foi detectado em todas as estações amostrais. A pior classificação foi em novembro de 2017 (Classe 4 para todas as estações amostrais).



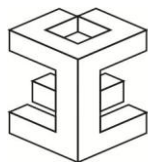
O níquel, nesse período, classificou somente a estação P6 como de pior qualidade, diferente do período anterior.

Segundo AZEVEDO (2003), as fontes naturais mais significativas de mercúrio são a desgaseificação da crosta terrestre, as emissões de vulcões e a evaporação de corpos aquáticos. Admite-se que as emissões naturais sejam da orde de 25 a 125 mil toneladas por ano. As indústrias de cloro-álcali, as de equipamentos elétricos e as de pinturas à base de mercuriais são apontadas como contribuintes em cerca de 55% da produção total. A crosta terrestre é fonte importante para a contaminação de corpos aquáticos naturais. Uma parcela do mercúrio encontrado na água é de origem natural, embora possa parcialmente ser de origem atmosférica e ter sido gerado, também por atividades antropogênicas. Portanto, é difícil avaliar, quantitativamente, as contribuições relativas á atividade antropogênica e à natural em relação aos mercuriais que sofrem lixiviação do solo para a água.

Quanto ao níquel, a utilização é muito diversificada, sendo sua principal aplicação a fabricação do aço inoxidável. Também é utilizado como uma das camadas-base na galvanoplastia do cromo, entre outros. O solo e os vulcões parecem ser a principal fonte natural e podem contribuir com 40 a 50% do níquel no ambiente.

São ainda importantes a combustão de óleos combustíveis e o resíduo de incineradores municipais, além da mineração contribuindo com mais de 70% do níquel de fontes antropogênicas.

Nesse período também óleos e graxas classificaram todas as estações amostrais como de pior qualidade em julho de 2018. As coletas em julho aconteceram durante chuvas torrenciais, fato que pode explicar a ocorrência de óleos e graxas no sistema.



Muitos efluentes industriais apresentam-se oleosos, como os das indústrias de prospecção de petróleo, petroquímicas, de óleos comestíveis, laticínios, matadouros e frigoríficos, etc. Outras indústrias não produzem efluentes tipicamente oleosos mas podem possuir algumas linhas de efluentes com esta natureza, como os provenientes de oficinas mecânicas. Os esgotos sanitários apresentam concentrações de óleos e graxas geralmente na faixa de 50 a 100 mg/L. Há ainda os óleos descarregados nas águas naturais em situações específicas, os derramamentos provenientes de acidentes marítimos e fluviais. Nas águas naturais, os óleos e graxas acumulam-se nas superfícies, podendo trazer sérios problemas ecológicos por dificultar as trocas gasosas que ocorrem entre a massa líquida e a atmosfera, especialmente a de oxigênio. Acumulam-se em praias e margens de rios, trazendo problemas estéticos e ecológicos. A legislação federal (Resolução nº 357 do CONAMA), estabelece os limites máximos de 50 mg/L para óleos de origem vegetal e gorduras animais e 20 mg/L para óleos minerais.

As figuras a seguir apresentadas (de 4.1.1 a 4.1.5) mostram aqueles parâmetros importantes para a compreensão das características marcantes do sistema hídrico estudado.

A estação P8 – efluente foi colocada na sequência em que se apresenta no sistema estudado para melhor compreensão da sua possível influência nas demais estações amostrais a seguir, com exceção da estação P3.

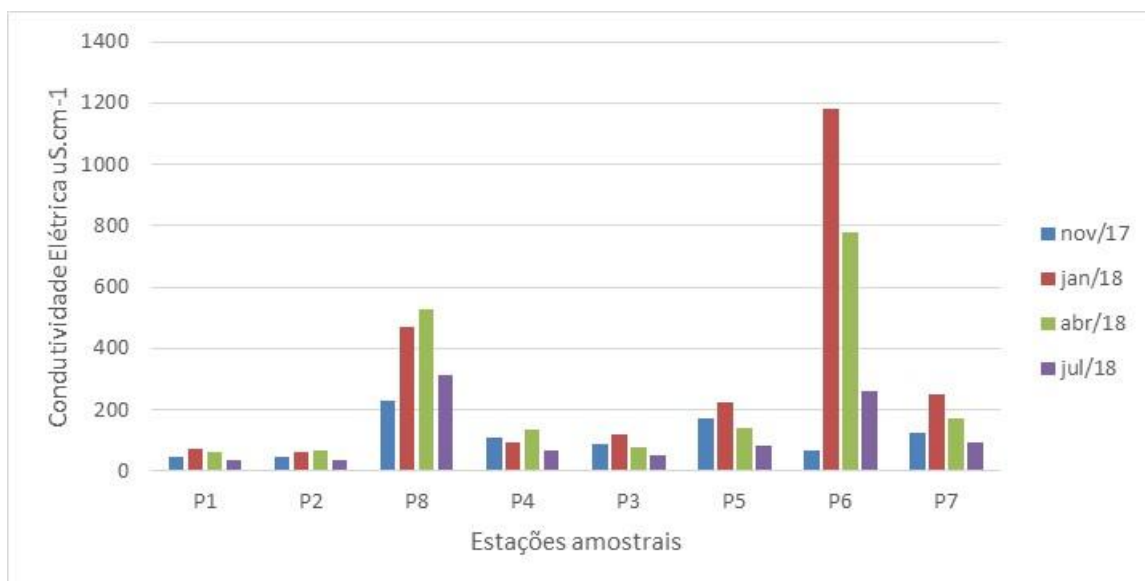
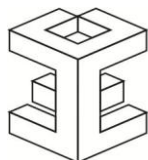
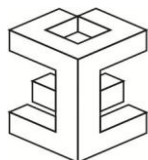


Figura 4.1.1 - Variação da condutividade elétrica da água no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

Nesse período, a condutividade elétrica foi maior em janeiro e abril de 2018 na estação P6. Já na estação P8, que representa o efluente final líquido na usina no sistema, os valores também foram elevados, porém não influenciaram as estações amostrais em sequência no corpo hídrico, uma vez que P4, P5 e P7 mostraram menores valores.

O mesmo também com relação aos coliformes termotolerantes (Figura 4.1.2). P4 novamente com valores bem menores do que P8, evidenciando nenhuma influência de P8 em P4. Com relação ao período crítico, julho de 2018 mostrou os maiores valores nas estações P1, P8, P3 e P5 maiores do que no verão (Janeiro de 2018).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

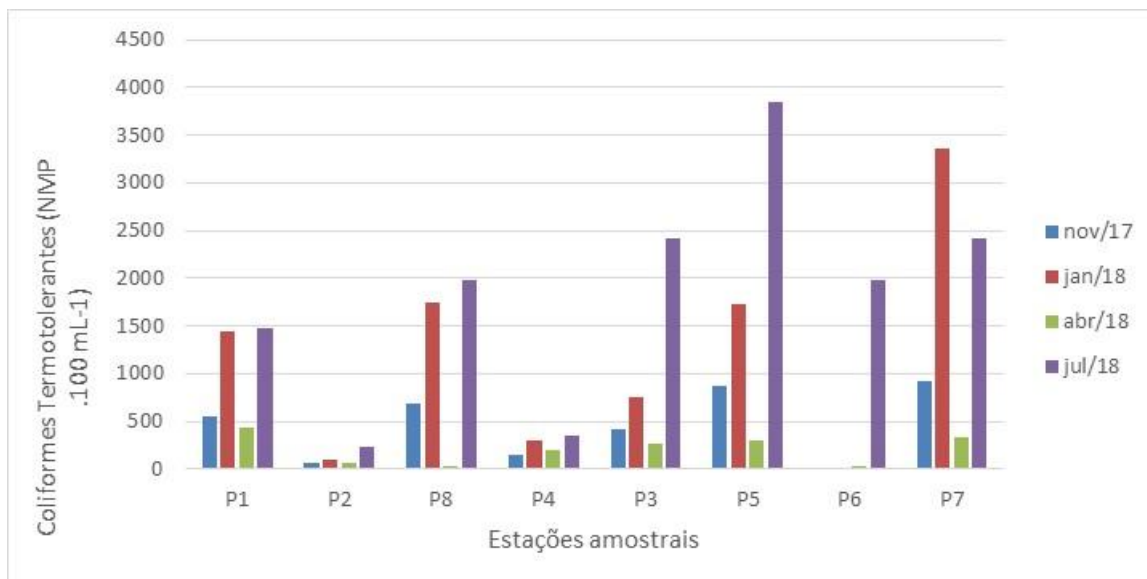


Figura 4.1.2 - Variação de coliformes termotolerantes na água no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

O mesmo mostra a demanda bioquímica de oxigênio na figura 4.1.3 abaixo.

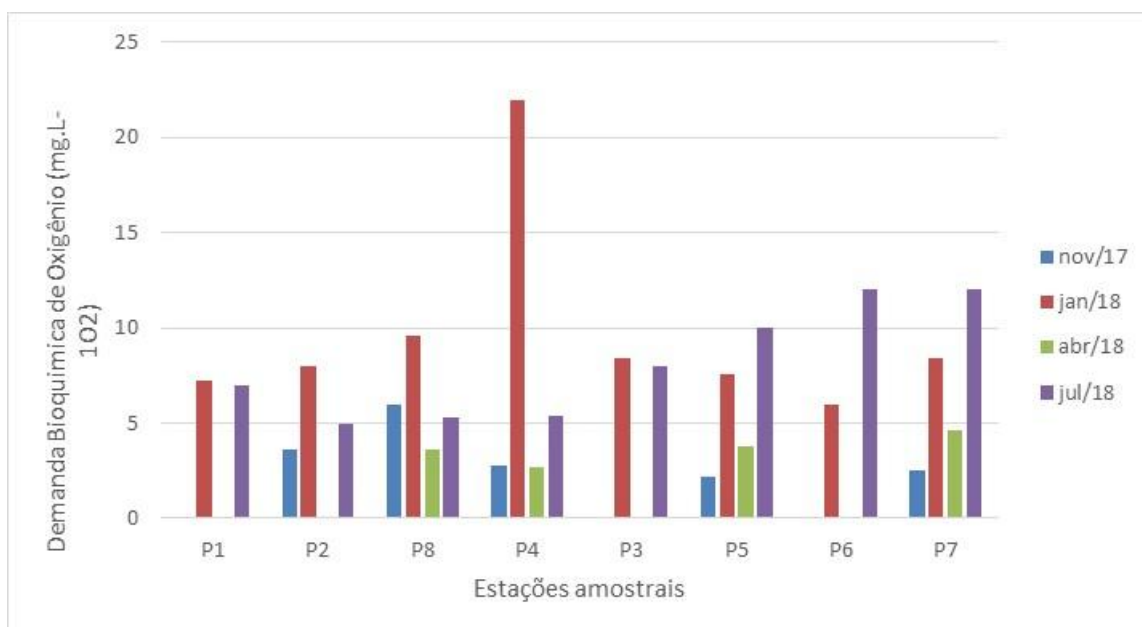
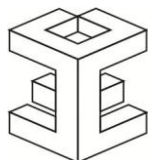


Figura 4.1.3 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) na água no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

Quanto ao fósforo total, ressalta-se o resultado elevado em julho de 2018 na estação P8 (Figura 4.1.4).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

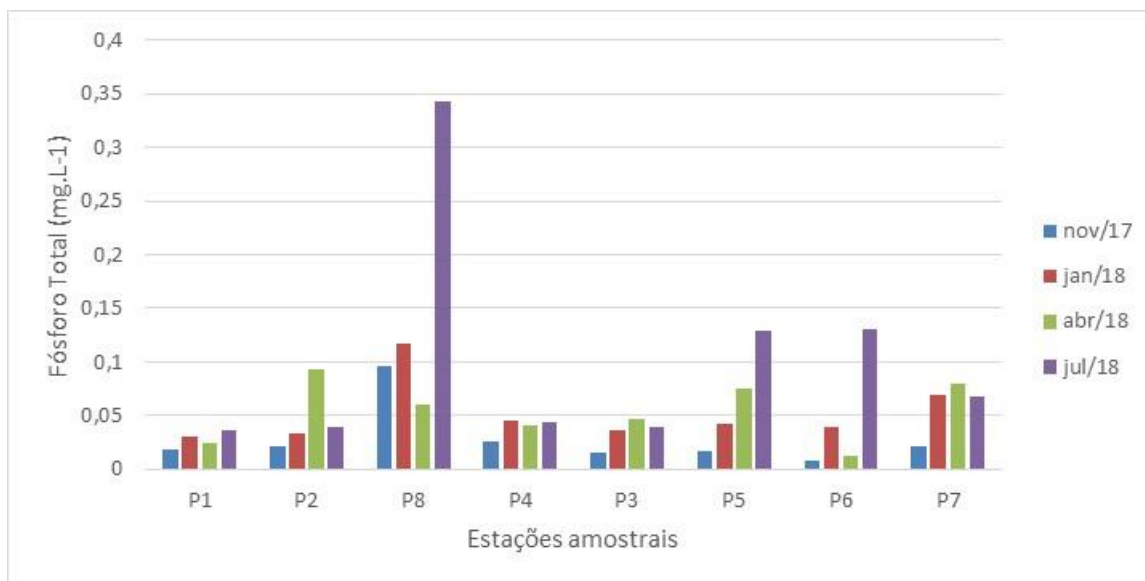


Figura 4.1.4 - Variação de Fósforo Total na água no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

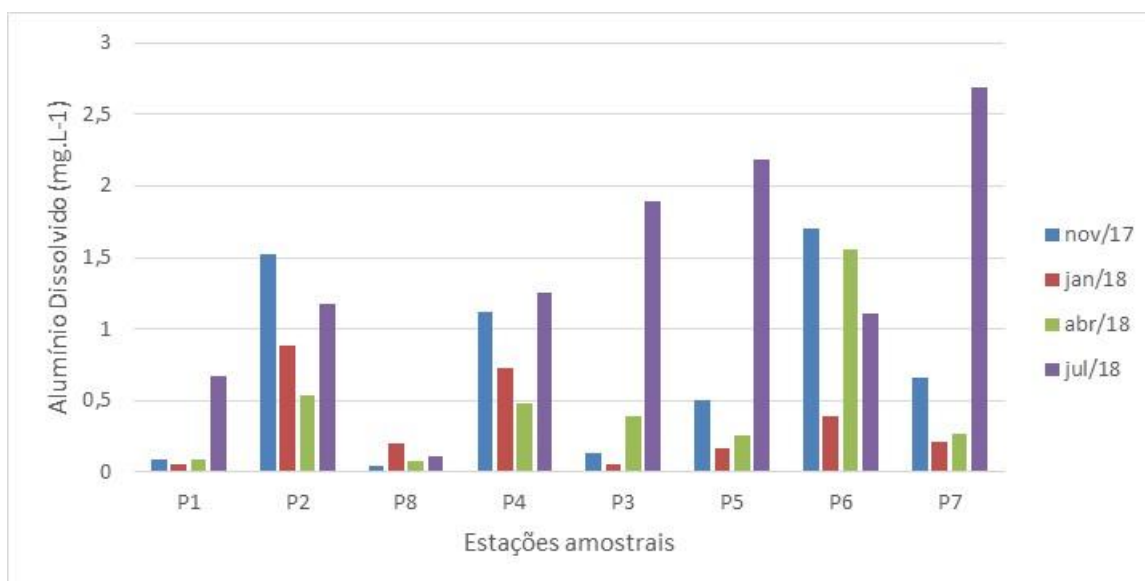
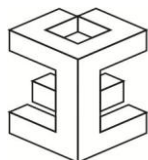


Figura 4.1.5 - Variação do Alumínio na água no período de novembro de 2017 a julho de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

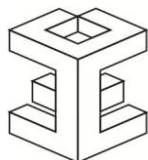
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Índices de Qualidade das Águas – IQA

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 (pH, saturação de oxigênio, Demanda bioquímica de oxigênio, Sólitos Totais, Fósforo Total, Nitrato, Turbidez e Coliformes Termotolerantes). Abaixo as faixas de qualidade baseadas naquelas utilizadas pela CETESB.

Resultado (IQA)	Faixas de Qualidade
80 – 100	Ótima
52 - 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Ruim
0 – 19	Péssima

Os resultados foram compilados para o Índice de Qualidade de Água (IQA), e apresentados na figura 4.1.6 abaixo. Nota-se somente as estações P5 e P7 com classificação aceitável ou regular em julho de 2018, devido principalmente aos valores de Coliformes Termotolerantes e da Turbidez. As demais foram classificadas como de boa qualidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

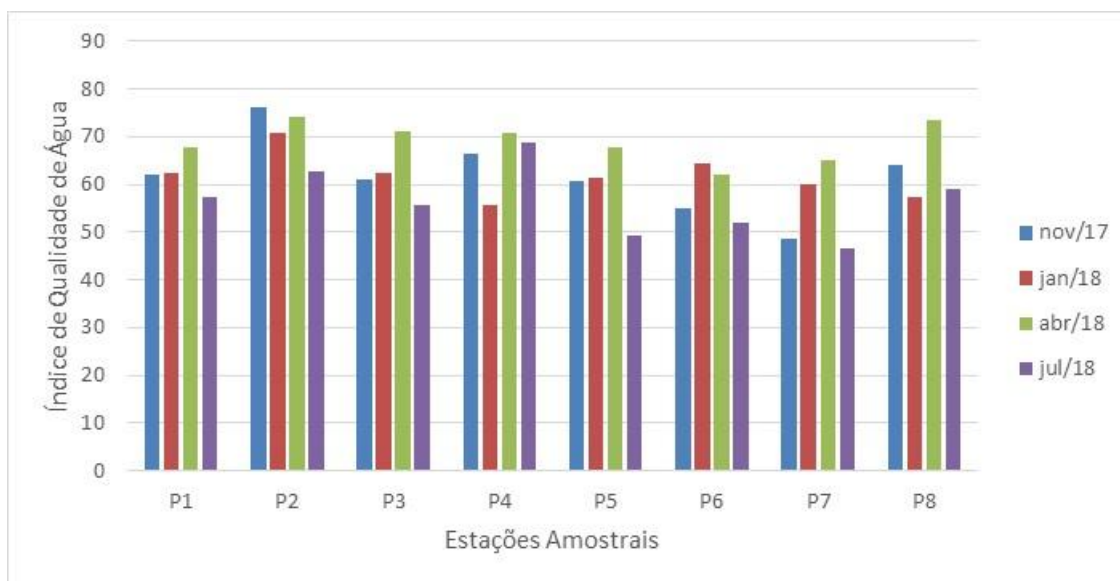


Figura 4.1.6 - Valores registrados do IQA (Índice de Qualidade de Água) para o período de novembro de 2017 a julho de 2018 no sistema.

Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção das comunidades aquáticas – IPMCA

O IPMCA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral. Leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos (Cádmio total, Cromo total, Cobre dissolvido, Chumbo total, Mercúrio total, Níquel total, Fenóis totais, Surfactantes e Zinco), seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), CETESB, 2015.

IPMCA	Classificação da água
1	Boa (adequada)
2	Regular
3 e 4	Ruim
> = 5	Péssima (Inadequada)



Os resultados apresentados na figura 4.1.7 foram compilados dos quatro trimestres avaliados.

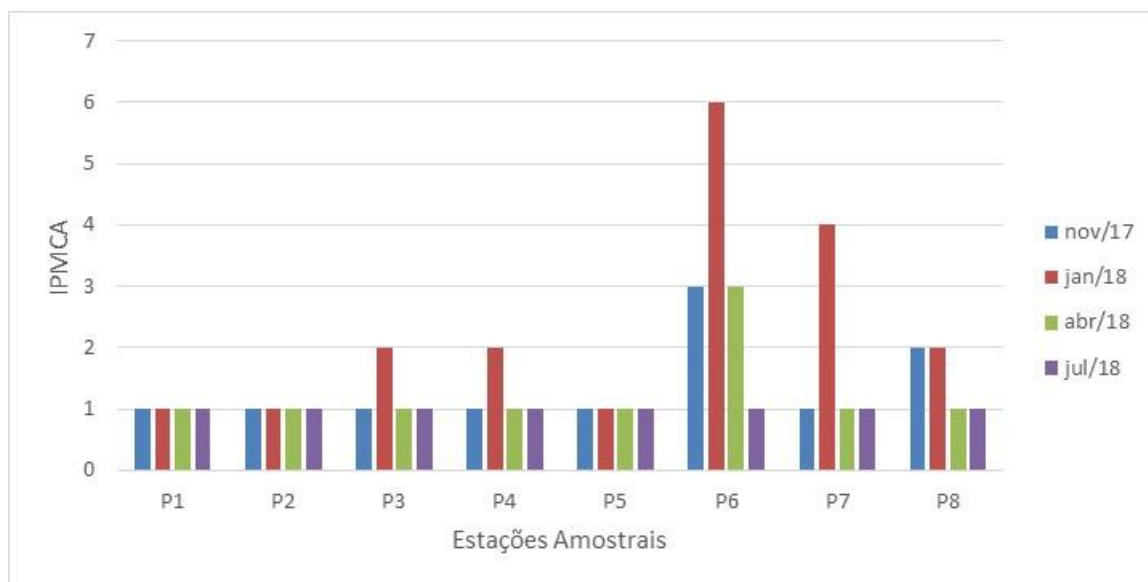


Figura 4.1.7 - Valores registrados do IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção das comunidades aquáticas) para o período de novembro de 2017 a julho de 2018 no sistema.

Nota-se as estações P3, P4 e P8 classificadas como regulares em janeiro de 2018 devido às concentrações de fenóis e mercúrio nas primeiras e fenóis e toxicidade na última. A estação P6 em novembro de 2017 pelas concentrações de fenóis, mercúrio e pelo baixo valor do pH. Em abril de 2018 pelo baixo valor de pH e pela toxicidade e em janeiro de 2018 por apresentar toxicidade nos três níveis tróficos, além de baixo valor do pH.



Resultados e Considerações para a Toxicidade da Água Superficial

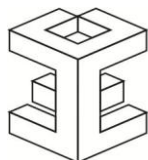
Os métodos utilizados para as avaliações estão listados na tabelas 4.1.4.

Tabela 4.1.4 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de toxicidade realizados nas amostras de águas superficiais.

PARÂMETRO	METODOLOGIA/ REFERÊNCIA
Toxicidade crônica com o peixe <i>Pimephales promelas</i>	ABNT NBR 15499/2015
Toxicidade crônica com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	ABNT NBR 13373/2016
Toxicidade crônica com a alga <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ABNT NBR 12648/2011

Os resultados das análises ecotoxicológicas observados para as amostras de águas superficiais coletadas nas estações amostrais estão apresentados na tabela 4.1.5.

Destaca-se a reduzida toxicidade aguda e crônica, nas quatro campanhas realizadas, para a maioria das Estações Amostrais. Apenas a EA6 (Arroio Poacá - Ponto após contribuição da Sanga da Carvoeira) apresentou toxicidade aguda em duas das quatro campanhas (novembro/17 e abril/18) e toxicidade crônica na campanha de janeiro/18. Esta estação amostral visa avaliar a influência das atividades de mineração de carvão no corpo receptor. Em relação a EA8, que visa avaliar a influência do lançamento do efluente da termoeletrica sobre o Arroio Candiota, assim como nas campanhas de 2017, foi observada uma redução significativa no desenvolvimento das algas na campanha de janeiro de 2018, indicando toxicidade crônica para este organismo-teste, nesta campanha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 4.1.5 - Resultados das análises ecotoxicológicas realizadas nas amostras de águas superficiais coletadas em novembro/2017 (N), janeiro/2018 (J), abril/2018 (A) e julho/2018 (J) nas 7 Estações Amostrais previstas no projeto de monitoramento e nas Estação Amostral 8 (EA8).

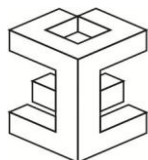
Monitoramento e nas Estações Amostrais (EAs)																																
Estações	EA1				EA2				EA3				EA4				EA5				EA6				EA7				EA8			
Campanhas	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J	N	J	A	J
Algas																																
Microcrust.																																
Peixes																																

Toxicidade Aguda

Toxicidade Crônica

Nenhum Efeito

A figura 4.1.8 apresenta os percentuais de efeitos deletérios causados pela exposição das amostras das oitos estações amostrais sobre os organismos-teste ao longo das quatro campanhas realizadas. Mais uma vez chama a atenção os efeitos causados pelas amostras da EA 6 sobre peixes e microscrustáceos. Estações amostrais 7 e 8 (EA 7 e EA 8) também apresentam efeitos que se destacam das demais estações, porém com menor frequência e menor intensidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

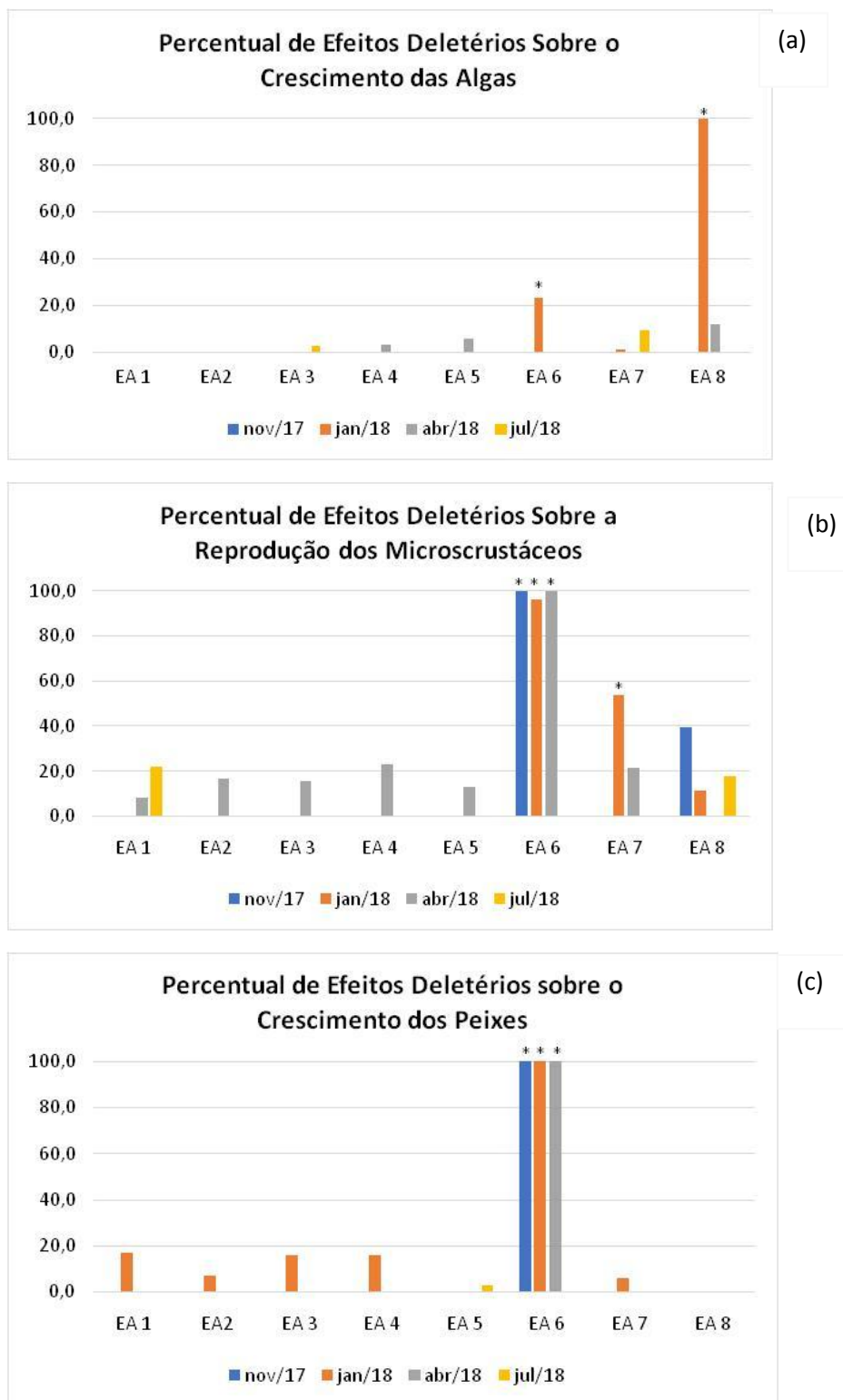
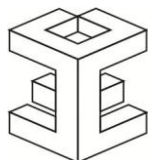


Figura 4.1.8 - Diferenças entre os percentuais de efeitos deletérios observados em cada uma das oito estações amostrais de águas superficiais, ao longo das campanhas de novembro/2017, janeiro/2018, abril/2018 e julho/2018, em relação aos grupos controles nos ensaios de toxicidade crônica com (a) algas, (b) microcrustáceos e (c) peixes. * - Amostras com diferenças significativas nos efeitos observados.



4.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA

Este estudo tem por objetivo apresentar os resultados obtidos durante um ano de amostragem, dividida em quatro campanhas amostrais no período 2017/2018, para águas subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, situada no município de Candiota/RS. As campanhas amostrais foram separadas em intervalos trimestrais (Tabela 4.2.1) e buscam atender as determinações do monitoramento ambiental exigido pelo IBAMA, na área denominada aqui como praça de trabalho da Usina Termelétrica Presidente Médici. A área próxima a Térmica, denominada de praça de trabalho, é o local em que há o estoque de insumos, a manutenção, o estoque e conserto de peças, bem como o transporte e circulação para as atividades que utilizam rotineiramente estas áreas e seus equipamentos.

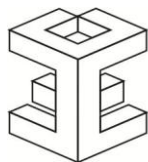
Tabela 4.2.1 - Período das campanhas amostrais de água subterrânea 2017/2018.

Período	Campanha - 1	Campanha - 2	Campanha - 3	Campanha - 4
Purga	17/11/2017	18/01/2018	14/04/2018	06/07/2018
Amostragem	18/11/2017	19 e 20/01/2018	15/04/2018	07 e 08/07/2018

As águas subterrâneas foram estudadas, visando estabelecer a sua qualidade em 16 poços.

No início do monitoramento no ano de 2013-2014, a malha de monitoramento possuía vinte poços para amostragem de água subterrânea, sendo que onze estavam localizados na área da Usina Fase B e Fase C (PM1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-6, PM-7, PM-8, PM-9, PM-10, PM-11 E PM-12), enquanto quatro estavam situados na área conhecida como almoxarifado (PM-5, PM-13, PM-14, e PM-15), e cinco na área denominada de Candiota 1 (PM-16, PM-17, PM-18, PM-19, e PM-20).

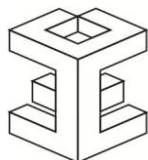
Segundo Viero (2014) responsável pelo estudo das águas subterrâneas em 2013-2014, dois destes poços foram abandonados por não reunirem



condições de serem amostrados, sendo esses os poços PM-15 (Almoxarifado) o qual foi soterrado por obras de terraplanagem, e o PM-18 (Candiota 1) apresentando danos irreversíveis na estrutura devido a escavação próxima do poço.

No ano de 2016, novembro, em que foram retomados os estudos que compõem o monitoramento ambiental, daqueles 18 poços que estavam em condições de serem amostrados, com exceção dos poços PM-15 (Almoxarifado) e o PM-18 (Candiota 1), foram identificados mais dois poços que não tinham condições de amostragem (PM-18 e PM-11) devido as condições de preservação os quais impossibilitaram a projeção do amostrador.

As localizações dos dezesseis poços de monitoramentode água subterrânea em condições de amostragem através das coordenadas UTM (Tabela 4.2.2) e o perímetro delimitador das áreas denominadas de Usina Fase B e Fase C, Almoxarifado e Candiota 1 estão apresentados na figura 4.2.1. Analizando as diferenças altimétricas no relevo da área de estudo através de imagens de satélite é possível inferir o escoamento superficial das águas meteóricas e o provável caminho das águas subterrâneas representandos na figura 4.2.1 com setas azuis.

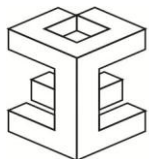


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 4.2.2 - Localização UTM dos poços de monitoramento da água subterrânea nas áreas da Usina Termelétrica Presidente Médici.

Área	Poço	UTM - E (m)	UTM - N (m)	Zona
Usina Fase B e Fase C	PM-1	245195,82	6506043,27	22 J
	PM-2	245144,47	6506281,07	22 J
	PM-3	244683,33	6505880,15	22 J
	PM-4	245358,92	6506299,68	22 J
	PM-6	245082,28	6506526,44	22 J
	PM-7	245673,49	6506557,58	22 J
	PM-9	244986,59	6506089,14	22 J
	PM-10	245627,95	6506227,75	22 J
	PM-12	244876,72	6506066,47	22 J
Almoxarifado	PM-5	244813,75	6505698,77	22 J
	PM-13	245142,03	6505722,07	22 J
	PM-14	245090,69	6505757,72	22 J
Candiota 1	PM-16	246367,73	6505638,09	22 J
	PM-17	246437,59	6505598,26	22 J
	PM-19	246207,34	6505747,34	22 J
	PM-20	246362,77	6505724,51	22 J



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 4.2.1 - Mapa apresentando a localização das áreas monitoradas e dos poços de coleta de água subterrânea na Usina Termelétrica Presidente Médici. As setas azuis representam as diferenças altimétricas relativas e possíveis percursos das águas meteóricas e subterrâneas.



Variáveis Analisadas

Muitas das variáveis analisadas servirão de parâmetros para estabelecer a qualidade da água subterrânea dos poços monitorados (Tabela 4.2.3). Além das variáveis apresentadas na tabela 4.2.3, foram medidas as variáveis de poço tais como nível estático (m) e profundidade (m), como também as variáveis de temperatura do ar (°C) e de temperatura da água (°C).

Tabela 4.2.3 - Variáveis analisadas para a qualidade da água subterrânea para a área de estudo da Usina Termelétrica.

Variáveis (Água Subterrânea)		
Coliformes (NMP·100mL ⁻¹)	Al Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Al Total (mg·L ⁻¹)
Condutividade (μS·cm ⁻¹)	As Dissolvido (mg·L ⁻¹)	As Total (mg·L ⁻¹)
Cor Real (U.C)	Cd Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Cd Total (mg·L ⁻¹)
DBO5 (mg·L ⁻¹ O ₂)	Pb Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Pb Total (mg·L ⁻¹)
DQO (mg·L ⁻¹ O ₂)	Cu Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Cu Total (mg·L ⁻¹)
Fenóis Totais (mg·L ⁻¹)	Cr Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Cr Total (mg·L ⁻¹)
Fósforo Total (mg·L ⁻¹)	Fe Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Fe Total (mg·L ⁻¹)
Óleos e Graxas (mg·L ⁻¹)	Mn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Mn Total (mg·L ⁻¹)
OD (mg·L ⁻¹)	Hg Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Hg Total (mg·L ⁻¹)
pH	Ni Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Ni Total (mg·L ⁻¹)
Turbidez (NTU)	Zn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	Zn Total (mg·L ⁻¹)

Materiais e Métodos

Amostragem

Os poços já existem e a sua localização foi produto de um estudo Geoambiental.

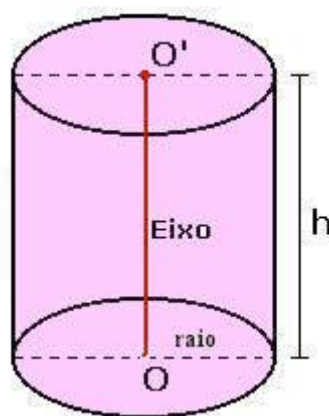
Tendo os poços devidamente localizados por coordenadas UTM (Tabela 4.2.2), foi realizada a verificação das reais condições dos poços ao chegar a cada um deles. Estas condições foram devidamente descritas em caderneta de campo e devidamente fotografadas.



Após a constatação de situação adequada para a amostragem foi procedido a purga do poço, isto é, a eliminação total da água estagnada que estava no poço. Para tanto, uma trena eletrônica foi usada para determinar a posição inicial do nível freático e com a mesma trena desligada, foi medida a profundidade do poço (que é previamente conhecida, mas deve ser checada a cada amostragem). Ao conhecer a altura da coluna de água com base no diâmetro do poço, calcula-se a quantidade de água a ser retirada para certificar-se do esvaziamento do mesmo apenas com a água parada, evitando-se a água que estará entrando no poço naquele momento. Antes de iniciar a purga, a quantidade de água parada na coluna de água deve ser determinada (água no interior do poço).

Uma vez obtida esta informação, o volume de água a purgar pode ser determinado usando um de vários métodos. Uma é a equação:

$$V = \pi r^2 * h$$



Onde:

h = é profundidade da água em metros;

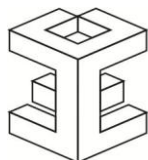
D = é o diâmetro do poço em metros;

r = é o raio do diâmetro do poço

$$\pi = 3,14$$

V = é o volume de água em m³.

Este procedimento é desenvolvido em cada um dos poços monitores, aqueles que apresentam condições de amostragem.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

A purga é executada mediante o volume calculado e com um método de retirada da água estagnada que:

- evite o distúrbio na coluna d'água;
- evite a mistura de águas de zonas distintas e o aumento de turbidez;
- o fluxo de água do aquífero renove a água que passa pela seção filtrante;
- amostras obtidas sejam representativas, sem necessidade de altas taxas de purga do poço, somente da água estagnada.

Para alcançar estas exigências enunciadas acima se utilizou uma "bomba de dreno manual" com mangueiras descartáveis acopladas a válvula de pé.

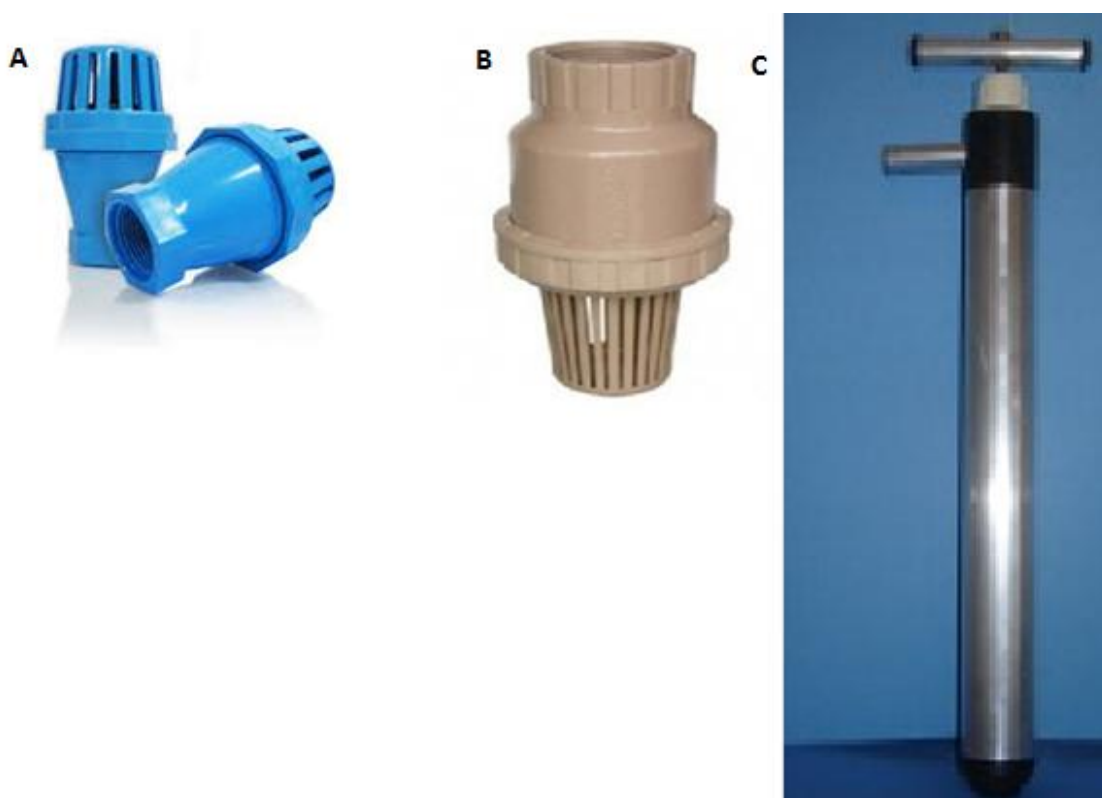
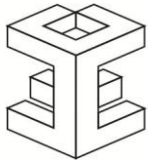


Figura 4.2.2 - Válvula de pé para colocação na mangueira para executar a purga do poço de vários tamanhos em função da variação da circunferência dos poços (A e B). Bomba de dreno manual, para o recalque da água estagnada do poço, visando o mínimo de turbidez possível (c).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

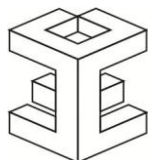
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

A utilização da válvula de pé, devidamente higienizada a cada amostragem, impede que a retirada da água estagnada retorne ao poço por qualquer bombeamento irregular ocasionando turbidez. A figura 4.2.2 apresenta a bomba de dreno manual bem como as válvulas utilizadas.



Figura 4.2.3 - (A) Gerador Gringer ZH3500 para ligar a bomba submersível; (B) Bomba de água submersível 1/2HP e 1,5" Tander profissional; (C) Amostragem poço PM-10 apresentando o sistema utilizado para o esgotamento de poços com maior volume de água devido o maior diâmetro do poço para o monitoramento de água subterrânea de Candiota.

Alguns poços de maior diâmetro foram utilizados para purga uma bomba de água submersível e um gerador de energia (Figura 4.2.3.). A bomba de água submersível é do tipo caneta de ½ HP e 1,5" com entrada de 220 Volts modelo 4SGM2/4A -Tander Profissional. A bomba é ligada no gerador de energia Gringer, modelo ZH3500, com 3000 watts de potência com saída



em 110 e 220 Volts. A figura 4.2.3.-C ilustra o sistema utilizado em poços com maior volume onde temos o gerador alimentando a bomba submersa a qual tem uma mangueira conectada para a saída da água, colocada dentro do poço junto com o medidor de profundidade do nível de água. Os poços em que foram utilizados a bomba submersa foram PM-1, PM-5, PM-7 e PM-10.

Após 24 horas da purga, a amostragem propriamente dita é realizada. Coloca-se o amostrador (descartável) do tipo "bailer" para buscar a água no poço devidamente esvaziado no dia anterior. Na figura 4.2.4 apresenta-se o esquema do uso do amostrador do tipo "bailer" (24 horas após utilização da bomba de dreno), o "bailer" é descartado após a coleta da amostra.

Todo o equipamento perene da amostragem passa por uma rigorosa higienização, antes do manuseio na sequência da amostragem em outro poço monitor.

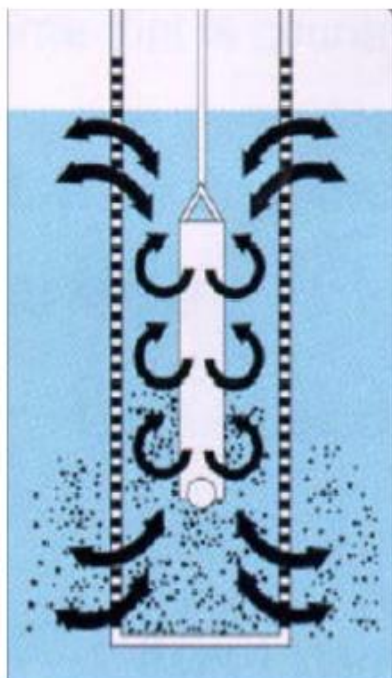


Figura 4.2.4 - Amostrador (descartável de polietileno) do tipo "bailer" utilizado para amostragem de água subterrânea nos poços de monitoramento de Candiota (Modificado de Soriano Junior, R.; Reis, F.A.G.V./Análise comparativa entre métodos de amostragem de águas subterrâneas).



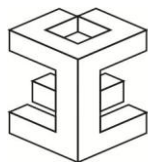
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Na figura 4.2.4 apresenta-se o amostrador “bailer” e a representação da amostragem no momento que o instrumento atinge a camada hídrica do poço. Este amostrador é construído por tubo longo de diferentes diâmetros, aberto nas extremidades. Na parte do fundo, possui uma esfera que trabalha com uma válvula, que fecha quando a amostra entra no tubo. Na parte de cima possui um olhal para que possa ser amarrada uma corda. São confeccionados em materiais específicos (polietileno, PVC, aço inox e Teflon®), e adequados às características químicas dos líquidos a serem amostrados, desde água até os mais diversos tipos de contaminantes orgânicos em fase livre ou dissolvida. Em tese, os amostradores deste tipo “bailers” coletam amostras sem alterar a química das mesmas, uma vez que se enchem e esvaziam sem provocar qualquer sucção ou introdução de pressão na amostra. Infelizmente, no campo não é bem assim que acontece, a quantidade de vezes que o “bailer” é introduzido e retirado do poço faz com que o nível d’água suba e desça, causando fluxo de água para dentro e para fora da secção filtrante. Esta reversão do sentido do fluxo faz com que as partículas finas presas ao revestimento, na secção filtrante e nas imediações do poço aumentem a turbidez da água. O aumento da turbidez está associado ao aumento das concentrações de metais e do tempo de filtragem com filtros para metais. Por ser um método manual, a qualidade do processo está diretamente ligada à habilidade do técnico, podendo ser afetada pela velocidade com que o “bailer” é introduzido no poço. Há necessidade de cuidado máximo na coleta na introdução do “bailer” no poço.

Métodos Analíticos

As amostras foram conduzidas ao laboratório GREENLAB, observando o acondicionamento dos materiais amostrados bem com as técnicas de conservação com a temperatura de condução de 4°C e com a validade para cada tipo de amostra.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Na tabela 4.2.4 são apresentados os métodos utilizados para a obtenção das variáveis medidas no monitoramento das águas subterrâneas na área da Termelétrica Presidente Médici.

Tabela 4.2.4 - Métodos analíticos para os ensaios para as variáveis neste monitoramento ambiental.

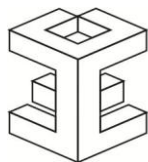
Variável	Unidade	Frasco	Preservação	Validade
DBO	mg/L	P	Refrigeração a 4°C	< 24 horas
DQO	mg/L	V	Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Fenóis Total	mg/L	V	H2SO4 conc. Até pH<2 e Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Fosforo Total	mg/L	V	H2SO4 conc. Até pH<2 e Refrigeração a 4°C	< 24 horas
pH			Medida em Campo e Laboratório	< 24 horas
Condutividade	µS/cm	V	Medida em Campo e Laboratório	< 24 horas
Côr	mg/LPt-Co	V	Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Turbidez	NTU	P	Refrigeração a 4°C e manter ao abrigo da luminosidade	< 24 horas
Óleos e Graxas	mg/L	V	HCl +1 até pH ≤ 2 e Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Metais Totais (Al, Fe, Cu, As, Cd, Ni, Mn, Pb, Zn, Cr e Hg)	mg/L	P	HNO3 concentração até pH< 2 e Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Coliformes Termotolerantes (<i>E. Coli</i>)		V	Refrigeração < 10 °C Adicionar 0,3 mL para 120 mL de amostra	< 24 horas
Toxicidade Crônica		P	2mL sol. K2CrO7 a 20% em sol HNO3, 1:1 Refrigeração a 4°C	< 24 horas
Toxicidade Aguda		P	2mL sol. K2CrO7 a 20% em sol HNO3, 1:1 Refrigeração a 4°C	< 24 horas

Análise e Interpretação dos Dados

Os resultados das análises de água subterrânea para as variáveis físicas, químicas e microbiológicas foram interpretados com base na legislação vigente que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas empregadas pela Resolução 396 de 2008 do CONAMA. Essa resolução possui três referências qualitativas as quais são limites para o consumo humano (C.H.), dessedentação de animais (D.A.) e recreação (Rec.).

No entanto, a Resolução 396 de 2008 do CONAMA apresenta limites quantitativos apenas para as variáveis químicas de metais totais para os dados desse estudo. Assim, a necessidade de suprir os limites quantitativos para as demais variáveis, utilizou-se outras resoluções para classificação da qualidade das águas para o consumo humano.

Para os metais dissolvidos se utilizou a classificação e os limites da Classe 1 da Resolução 357 de 2005 do CONAMA para água superficiais, em que apenas os metais alumínio, cobre e ferro possuem parâmetros de metais dissolvidos, sendo o restante para metais totais. Essa resolução foi usada



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

nesse estudo uma vez que se entende a maior exigência de qualidade das águas subterrâneas para o consumo humano. Além disso, utilizou-se para os metais dissolvidos as mesmas referências usadas nos metais totais para o consumo humano da Resolução 396 de 2008 do CONAMA, já que os metais totais são a soma da fração dissolvida e da fração particulada.

Para os limites e a classificação dos demais parâmetros (quando existentes) foi utilizada a Resolução 1469 de 2000 do Ministério da Saúde, o qual é complementada com as orientações para Classe 1 e Classe 3 da Resolução 357 de 2005 do CONAMA.

Os limites mais rigorosos dentro das resoluções mencionadas foram utilizados para classificação das variáveis estudadas. A tabela 4.2.5 resume os parâmetros de classificação utilizados para cada variável analisada.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

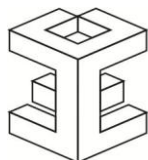
Tabela 4.2.5 - Parâmetros de classificação para cada variável analisada.

	Classificação			
Variável	M.S.	Classe 1	Classe 3	Órgão
Coliformes (NMP.100mL ⁻¹)	ausente	200	2500	CONAMA 357-2005 (classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	-	-	-	
Cor Real (U.C)	15	natural	75	
DBO5 (mg.L ⁻¹ O ₂)	-	3	10	
DQO (mg.L ⁻¹ O ₂)	-	-	-	
Fenóis Totais (mg.L ⁻¹)	-	0,003	0,01	
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	-	0,025	0,075	
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	-	ausente	ausente	
OD (mg.L ⁻¹)	-	>6	>4	
pH	-	6 a 9	6 a 9	
Turbidez (NTU)	5	40	100	
Metal Dissolvido	Classe 1		C.H.	CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,1 d		0,2	
As Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,01		0,01	
Cd Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,001		0,005	
Pb Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,01		0,01	
Cu Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,009 d		2	
Cr Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,05		0,05	
Fe Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,3 d		0,3	
Mn Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,1		0,1	
Hg Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,0002		0,001	
Ni Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,025		0,02	
Zn Dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,18		5	
Metal Total	C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
Al Total (mg.L ⁻¹)	0,2	5	0,2	
As Total (mg.L ⁻¹)	0,01	0,2	0,5	
Cd Total (mg.L ⁻¹)	0,005	0,05	0,005	
Pb Total (mg.L ⁻¹)	0,01	0,1	0,05	
Cu Total (mg.L ⁻¹)	2	0,5	1	
Cr Total (mg.L ⁻¹)	0,05	1	0,05	
Fe Total (mg.L ⁻¹)	0,3	-	0,3	
Mn Total (mg.L ⁻¹)	0,1	0,05	0,1	
Hg Total (mg.L ⁻¹)	0,001	0,01	0,001	
Ni Total (mg.L ⁻¹)	0,02	1	0,1	
Zn Total (mg.L ⁻¹)	5	24	5	

Resultados

Condições dos Poços de Monitoramento

As tabelas 4.2.6 e 4.2.7 apresentam as medições *in loco* e as descrições do estado de preservação dos poços das duas últimas campanhas amostrais (Campanhas 3 e 4 respectivamente), além de observações das amostras



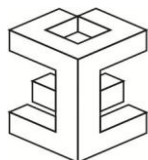
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

quando necessário. A *plate* de fotos da figura 4.2.5 apresenta imagens sobre as condições de preservação dos poços e a qualidade das amostras.

Tabela 4.2.6 - Resultados obtidos *in loco* para os poços monitores da Campanha 3. Apresentam-se as observações do estado de conservação dos poços.

Poço	N.E. (m)	Prof. (m)	Cond. (µS)	T água (°C)	T ar (°C)	Observações
PM-1	3,60	8,93	575,6	22,4	24,4	Poço não apresenta tampa externa da tubulação de PVC. Água aparentemente cristalina.
PM-2	0,40	5,23	930,5	22,9	21,0	Poço não apresenta tampa externa de PVC. A área do poço está cercada por caixas de madeiras e tonéis contendo resíduos domésticos e industriais abertos. Observado nos tonéis materiais como metais, luvas contendo óleo e graxa, palha, serragem e graxa. A água no esgotamento aparentemente cristalina. As amostras para ecotoxicologia precisaram de uma segunda amostragem no dia devido a insuficiência de volume de água do poço.
PM-3	2,38	3,48	419,9	24,2	27,0	Poço em más condições de preservação, a proteção externa de PVC está quebrada e não apresenta tampas nas tubulações de PVC e geomecânica. Água com forte cheiro (lembra cheiro de enxofre). Água aparentemente cristalina.
PM-4	0,46	2,34	513,9	22,2	26,2	Poço não apresenta tampa externa da tubulação de PVC. Água turva no início do esgotamento, após ficou aparentemente cristalina.
PM-5	6,45	9,88	420,5	20,2	26,1	Poço em péssimas condições de conservação, apresentando as tubulações de PVC e geomecânica destruídas e sem tampas. Água um pouco turva no esgotamento e com forte cheiro. Na amostragem, a água ficou turva no final. As amostras para ecotoxicologia precisaram de uma segunda amostragem no dia devido a insuficiência de volume de água do poço, e mesmo assim não foi possível coletar o volume ideal para os ensaios.
PM-6	2,00	4,96	53,33	20,8	25,5	Poço em boas condições de preservação. Água aparentemente cristalina no esgotamento. Durante a amostragem a água estava turva.
PM-7	4,10	10,22	115,5	20,2	24,8	Poço em boas condições de preservação. Água aparentemente cristalina. Durante a mestade da coleta, a água amostral saiu com uma coloração avermelhada (silte e argila).
PM-8						
PM-9	2,45	4,24	248,4	21,2	24,7	Poço não apresenta tampa externa da tubulação de PVC nem a tampa da tubulação geomecânica. Água aparentemente cristalina, no início do esgotamento um leve cheiro de esgoto. Na amostragem, a água estava turva (sedimentos finos). As amostras para ecotoxicologia precisaram de uma segunda amostragem no dia devido a insuficiência de volume de água do poço, e mesmo assim o volume adquirido foi baixo para os ensaios.
PM-10	6,62	12,64	276,3	20,4	23,5	Poço em boas condições de preservação. Água aparentemente cristalina.
PM-11						
PM-12	1,63	3,20	714,5	23,8	25,4	Poço não apresenta tampa externa da tubulação de PVC. Água turva no momento do esgotamento e também na amostragem.
PM-13	1,62	3,96	240,2	24,4	27,5	Poço em boas condições de preservação. Apresentou alguns caracóis no espaço entre as tubulações. Água no momento do esgotamento bastante turva. Na amostragem água também estava turva e o material para ecotoxicologia ficou abaixo do volume ideal devido após um certo momento as amostras estarem com um grande volume de sedimento finos.
PM-14	3,50	5,92	159,4	23,0	27,3	Poço não apresenta tubulação externa de PVC. No esgotamento água estava turva, assim como no momento da amostragem.
PM-15						
PM-16	1,82	3,13	405,0	23,4	23,3	Tubulação de PVC quebrada (rachada lateralmente). Poço apresenta formigueiro e ovos entre as tubulações. Água um pouco turva no início do esgotamento diminuindo ao final. Na amostragem algumas formigas podem ter sido aderidas a amostra devido a grande quantidade no local. As amostras para ecotoxicologia precisaram de uma segunda amostragem no dia devido a insuficiência de volume de água do poço.
PM-17	1,50	2,75	106,2	19,6	14,6	Poço em boas condições de preservação. Água turva no início do esgotamento, após clareou. Boa reposição de água. Na amostragem, água cristalina no início, porém logo depois ficou bastante turva.
PM-18						
PM-19	1,00	4,62	515,9	19,5	19,0	Poço em boas condições de preservação. Água aparentemente cristalina.
PM-20	0,64	2,35	286,2	19,7	16,3	Poço em boas condições de preservação. Poço com água parada entre as tubulações de PVC e geomecânica. Presença de formigas na tampa. Água turva no esgotamento do poço. Na amostragem para ecotoxicologia precisou-se amostrar uma segunda vez no dia devido ao volume insuficiente na primeira amostragem. Água aparentemente cristalina.



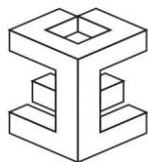
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 4.2.7 - Resultados obtidos *in loco* para os poços monitores da Campanha 4. Apresentam-se as observações do estado de conservação dos poços.

Poço	N.E. (m)	Prof. (m)	Cond. (μS)	T água (°C)	T ar (°C)	Observações
PM-1AE	3,00	8,80	424,6	19,4	14,8	Poço sem tampa externa de PVC. Água aparentemente cristalina na amostragem.
PM-2AE	0,42	5,23	725	15,7	14,9	Poço em bom estado. Porém, apresenta depósitos de resíduos domésticos abertos e acumulados ao lado do poço. Água cristalina no início da coleta, após levemente turva.
PM-3AE	1,58	3,46	502,6	18,7	13,2	Poço com a proteção de PVC quebrada e sem tampa externa nem interna. Água aparentemente cristalina na amostragem.
PM-4AE	0,26	2,32	439,4	14,5	15,4	Poço sem tampa externa de PVC. Água turva no esgotamento. Água cristalina na coleta, após levemente turva.
PM-5AE	6,19	9,66	396	19,0	14,2	Poço em péssimas condições de preservação com estrutura externa de PVC e a tubulação azul destruídas. Água aparentemente cristalina no início da amostragem, após levemente turva.
PM-6AE	1,56	4,89	73,7	17,2	14,0	Poço em bom estado de conservação. Água turva na coleta.
PM-7AE	3,08	9,90	88,25	19,0	15,8	Poço em bom estado de conservação. Água cristalina na coleta.
PM-8AE						Poço soterrado.
PM-9AE	0,87	4,04	152,2	15,7	15,0	Poço sem tampa externa de PVC nem tampa interna da tubulação azul. Cheiro fétido. Água levemente turva na amostragem.
PM-10AE	6,25	11,38	306,2	19,4	15,8	Poço em bom estado de conservação. Água cristalina na coleta.
PM-11AE						Poço destruído.
PM-12AE	1,46	3,23	108,4	17,0	12,7	Poço sem a tampa de PVC externa. Água turva na amostragem (marrom).
PM-13AE	1,66	4,00	217,6	16,7	10,5	Poço em bom estado de conservação. Presença de caracóis no poço. Água muito turva durante o esgotamento, com o tempo ficou mais clara, porém não cristalina. Água levemente turva na amostragem.
PM-14AE	3,06	5,93	153,6	18,7	12,6	Poço sem proteção externa de PVC. Água turva no esgotamento. Água aparentemente cristalina na amostragem.
PM-15AE						Poço soterrado por obras de terraplanagem (Vieiro, 2014).
PM-16AE	1,37	3,13	359,6	16,7	16,1	Poço apresenta formigueiro com muitos ovos. Água levemente turva na coleta.
PM-17AE	1,47	2,76	104,3	17,0	16,5	Poço em bom estado de conservação. Água muito turva no esgotamento. Água na amostragem praticamente cristalina, após levemente turva.
PM-18AE						Poço com danos irreversíveis na estrutura por escavação próxima (Vieiro, 2014).
PM-19AE	0,24	4,57	347,7	14,8	16,5	Poço em bom estado de conservação. Água levemente turva na coleta.
PM-20AE	0,38	2,31	140,4	15,5	15,1	Poço em bom estado de conservação. Apresentou água estagnada na tampa. Água levemente turva (amarelada) na coleta.

Nas campanhas 3 e 4 (Tabelas 4.2.6 e 4.2.7 respectivamente), os poços PM-6, PM-7, PM-10, PM-13, PM-17, PM-19 e PM20 apresentam a estrutura do poço de monitoramento em bom estado de conservação. Os poços PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM- PM-9, PM-12, PM-14 e PM-16 não apresentam a tampa externa da tubulação de PVC branca de proteção dos poços de monitoramento. Além disso, os poços PM-3, PM-5 e PM-9 também não apresentam a tampa interna da tubulação geomecânica azul de proteção direta ao poço amostral, favorecendo assim a entrada direta da água meteórica e também facilitando possíveis contaminações. O poço PM-3 possui ainda a tubulação externa de PVC quebrada e o poço PM-16 a tubulação está rachada permitindo a instalação de um formigueiro na área entre as tubulações externa e a geomecânica. O poço PM-14 simplesmente não possui a tubulação externa de PVC e está guardada por um cone sinalizador, pois a tubulação geomecânica está rente à superfície do solo. O poço PM-5 possui tanto a tubulação externa de PVC quanto a tubulação



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

interna geomecânica quebradas, sendo o poço de pior condição de preservação.

Nas proximidades do poço PM-2 foram instalados caixas de madeiras e tonéis contendo resíduos domésticos e industriais abertos. Os tonéis apresentavam materiais como metais, luvas contendo óleo e graxa, palha, serragem. O poço PM-3 apresentou a água com forte cheiro (lembrava cheiro de enxofre). O poço PM-5 apresentou a água um pouco turva em ambas as campanhas, e forte cheiro na campanha 3. O poço PM-9 apresentou cheiro fétido em ambas as campanhas, e na campanha 3 a água na amostragem estava turva. O poço PM-13 apresentou água bastante turva no esgotamento e na amostragem prejudicando a coleta de material para os ensaios ecotoxicológicos na campanha 3, e na campanha 4 estava levemente turva na amostragem.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

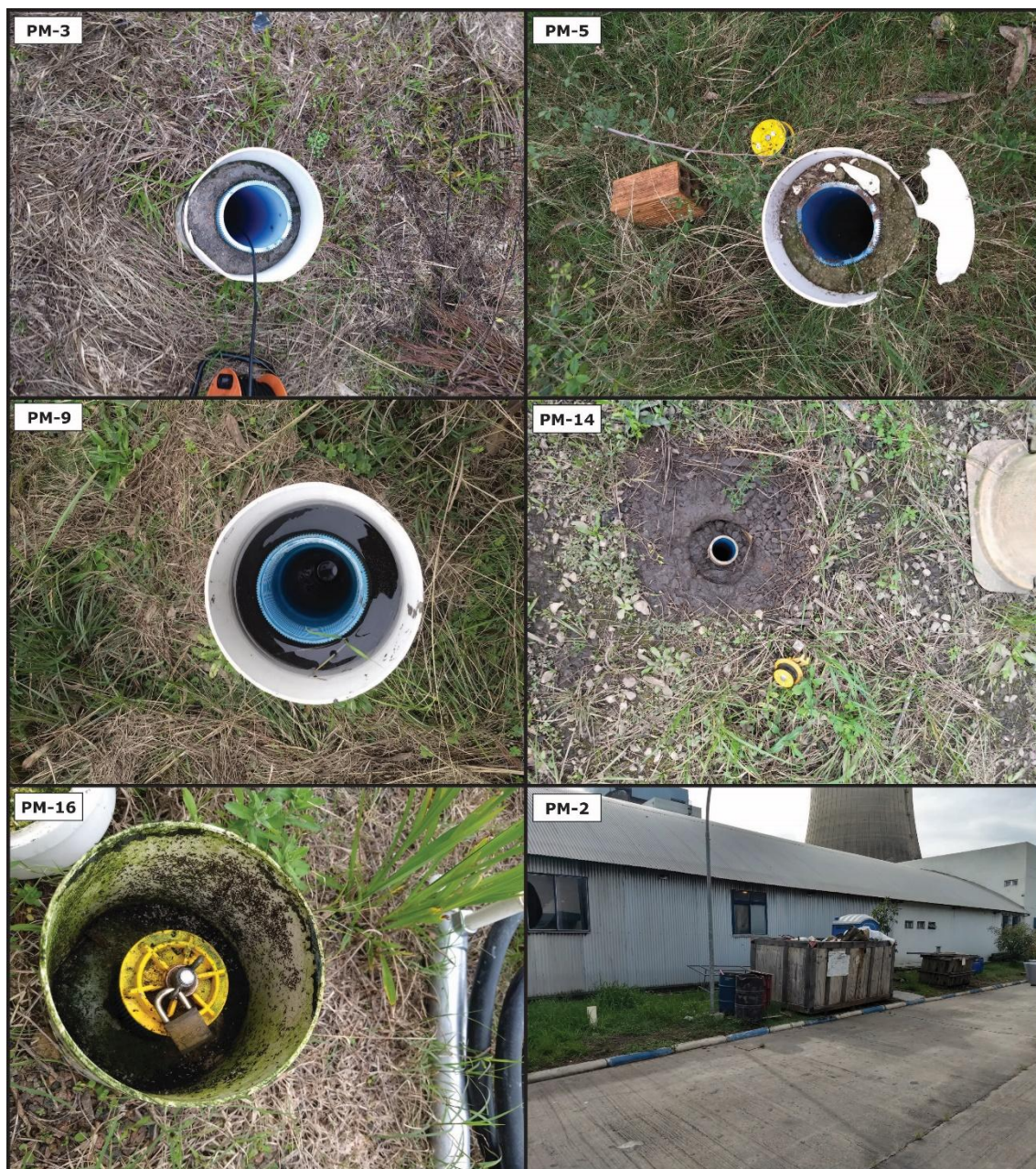


Figura 4.2.5 - Plate de fotos apresentando as condições de preservação dos poços de monitoramento da qualidade da água subterrânea (PM-2, PM-3, PM-5, PM-9, PM-14 e PM-16).

Resultados Analíticos

A tabela 4.2.8 apresenta os dados físicos dos poços tais como nível estático (m) e profundidade (m), assim como a temperatura da água (°C) e a



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

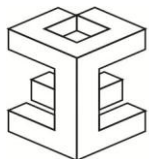
temperatura do ar (°C) no momento de amostragem para cada ponto de monitoramento de água subterrânea.

Tabela 4.2.8 - Resultados obtidos para nível estático, profundidade, temperatura da água e temperatura do ar nos pontos dos poços monitores nas áreas de Praça de Trabalho da Usina denominadas como Usina Fase B e Fase C, Almojarifado e Candiota 1.

Localização	Usina Fase B e Fase C									Almojarifado			Candiota 1			
Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6	PM-7	PM-9	PM-10	PM-12	PM-13	PM-14	PM-16	PM-17	PM-19	PM-20
Campanha Amostral 1																
Nível Estático (m)	2,60	1,10	1,97	0,40	5,55	1,30	2,48	2,02	6,10	1,50	1,50	2,70	1,90	1,50	1,00	0,60
Profundidade (m)	8,70	5,20	3,55	2,40	9,65	4,90	10,25	4,10	12,70	3,15	3,95	5,90	3,15	2,55	4,60	2,35
Temperatura Água (°C)	19,0	20,3	22,0	20,5	19,0	20,2	19,5	17,5	20,8	19,0	19,6	22,4	20,9	18,0	18,9	18,4
Temperatura Ar (°C)	17,9	18,6	22,0	19,8	21,0	27,0	18,4	16,0	23,6	19,0	20,5	24,0	23,6	20,5	26,4	23,3
Campanha Amostral 2																
Nível Estático (m)	3,40	1,12	2,28	0,40	5,37	2,21	1,21	2,53	6,70	1,75	1,98	4,54	2,30	1,51	1,31	0,46
Profundidade (m)	8,93	5,23	3,48	2,34	9,88	4,96	10,22	4,24	12,64	3,20	3,96	5,92	3,13	2,75	4,62	2,35
Temperatura Água (°C)	22,0	24,8	24,20	24,7	20,7	20,7	20,1	20,5	21,0	25,6	24,1	20,9	23,2	19,7	19,3	20,5
Temperatura Ar (°C)	30,1	35,6	34,6	34,2	31,1	28,4	33,2	29,4	37,4	32,4	30,0	24,3	26,8	22,0	32,7	21,4
Campanha Amostral 3																
Nível Estático (m)	3,60	0,40	2,38	0,46	6,45	2,00	4,10	2,45	6,62	1,63	1,62	3,50	1,82	1,50	1,00	0,64
Profundidade (m)	8,93	5,23	3,48	2,34	9,88	4,96	10,22	4,24	12,64	3,20	3,96	5,92	3,13	2,75	4,62	2,35
Temperatura Água (°C)	22,4	22,9	24,2	22,2	20,2	20,8	20,2	21,2	20,4	23,8	24,4	23,0	23,4	19,6	19,5	19,7
Temperatura Ar (°C)	24,4	21,0	27,0	26,2	26,1	25,5	24,8	24,7	23,5	25,4	27,5	27,3	23,3	14,6	19,0	16,3
Campanha Amostral 4																
Nível Estático (m)	3,00	0,42	1,58	0,26	6,19	1,56	3,08	0,87	6,25	1,46	1,66	3,06	1,37	1,47	0,24	0,38
Profundidade (m)	8,80	5,23	3,46	2,32	9,66	4,89	9,90	4,04	11,38	3,23	4,00	5,93	3,13	2,76	4,57	2,31
Temperatura Água (°C)	19,4	15,7	18,7	14,5	19,0	17,2	19,0	15,7	19,4	17,0	16,7	18,7	16,7	17,0	14,8	15,5
Temperatura Ar (°C)	14,8	14,9	13,2	15,4	14,2	14,0	15,8	15,0	15,8	12,7	10,5	12,6	16,1	16,5	16,5	15,1

As tabelas 4.2.9, 4.2.10 e 4.2.11, apresentam os resultados brutos obtidos das análises para a área de monitoramento Usina Fase B e Fase C; já a tabela 4.2.12, para a área do Almojarifado; e as tabelas 4.2.13 e 4.2.14, para a área do Candiota I.

Nessas tabelas estão preenchidas com a cor vermelha as medições que ultrapassaram os limites mais rigorosos segundo as resoluções usadas como critério para esse estudo (Resolução 396 de 2008 do CONAMA, Resolução 357 de 2005 do CONAMA e Resolução 1469 de 2000 do Ministério da Saúde).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

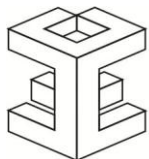
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.9 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Usina Fase B e C. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Usina Fase B e Fase C	Campanha - 1			Campanha - 2			Campanha - 3			Campanha - 4			Classificação				Órgão
	Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-1	PM-2	PM-3	PM-1	PM-2	PM-3	PM-1	PM-2	PM-3	M.S.	Classe 1	Classe 3	
Usina Fase B e Fase C	Coliformes (NMP-100mL ⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	48,7	<1	<1	<1	<1	ausente	200	2500	CONAMA 357-2005 (Classe 1-3) e MS 1469-2000
	Condutividade (µS·cm ⁻¹)	946,30	517,90	579,60	555,20	533,20	422,50	575,60	930,50	419,90	424,60	725,00	502,60	-	-	-	
	Cor Real (U.C)	<10,27	<10,27	<10,27	<10,27	440,00	<10,27	<10,27	31,26	<10,27	<10,27	<10,27	<10,27	15	natural	75	
	DBO5 (mg·L ⁻¹ O ₂)	6	4,8	<2	<2	5,6	2,4	3,8	<2	<2	<2	<2	<2	-	3	10	
	DQO (mg·L ⁻¹ O ₂)	19,7	15,7	<6	<6	19,1	7,9	12,40	<6	<6	<6	<6	<6	-	-	-	
	Fenóis Totais (mg·L ⁻¹)	0,092	0,058	0,157	0,076	0,042	0,169	<0,003	<0,003	<0,003	0,059	0,400	<0,003	-	0,003	0,01	
	Fósforo Total (mg·L ⁻¹)	0,022	0,013	0,009	0,036	0,066	0,017	0,036	0,014	0,015	0,048	0,014	0,017	-	0,025	0,075	
	Óleos e Graxas (mg·L ⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7,6	7,0	7,8	-	ausente	ausente	
	OD (mg·L ⁻¹)	2,410	0,803	3,110	3,780	1,990	2,780	4,38	3,48	3,28	3,36	3,07	4,22	-	>6	>4	
	pH	6,18	6,90	6,38	6,04	6,67	6,30	6,04	6,69	6,40	5,97	6,75	6,30	-	6 a 9	6 a 9	
	Turbidez (NTU)	<3,1	6,33	<3,1	<3,1	38,20	<3,1	<3,1	7,33	<3,1	<3,1	<3,1	<3,1	5	40	100	
Usina Fase B e Fase C	Metal Dissolvido													Classe 1		C.H.	CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
	Al Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,043	<0,006	<0,006	0,007	0,079	0,043	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,016	<0,006	0,1 d		0,2	
	As Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
	Cd Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005	
	Pb Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,015	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
	Cu Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2	
	Cr Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05	
	Fe Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	0,182	<0,006	0,032	11,300	0,059	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,3 d		0,3	
	Mn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,128	0,095	0,002	0,328	0,125	0,002	0,036	0,056	<0,001	0,158	0,017	<0,001	0,1		0,1	
	Hg Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001	
	Ni Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	0,025		0,02	
	Zn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,007	0,017	0,007	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,024	<0,006	0,18		5	
Usina Fase B e Fase C	Metal Total													C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
	Al Total (mg·L ⁻¹)	0,134	0,483	0,198	0,022	1,054	0,16	0,033	0,055	0,054	0,102	0,076	0,07	0,2	5	0,2	
	As Total (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,2	0,5	
	Cd Total (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005	0,05	0,005	
	Pb Total (mg·L ⁻¹)	0,005	0,009	<0,004	0,006	0,018	0,006	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,1	0,05	
	Cu Total (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,028	0,030	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	0,020	0,023	2	0,5	1	
	Cr Total (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05	1	0,05	
	Fe Total (mg·L ⁻¹)	4,883	8,597	0,248	0,642	15,900	0,297	0,105	0,566	0,085	0,185	0,452	0,038	0,3	-	0,3	
	Mn Total (mg·L ⁻¹)	1,126	0,829	0,016	0,334	1,112	0,033	0,326	0,519	0,010	0,185	0,167	0,004	0,1	0,05	0,1	
	Hg Total (mg·L ⁻¹)	0,0004	0,0006	0,0005	0,0005	0,0008	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0009	0,0006	<0,0002	0,001	0,01	0,001	
	Ni Total (mg·L ⁻¹)	0,015	<0,001	<0,001	0,005	0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	0,02	1	0,1	
	Zn Total (mg·L ⁻¹)	0,047	0,041	0,026	0,050	0,048	0,043	0,039	0,035	0,038	0,022	0,034	0,009	5	24	5	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

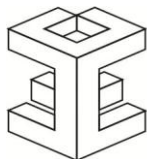
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.10 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Usina Fase B e C. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Usina Fase B e Fase C	Campanha - 1			Campanha - 2			Campanha - 3			Campanha - 4			Classificação				Órgão
	PM-4	PM-6	PM-7	PM-4	PM-6	PM-7	PM-4	PM-6	PM-7	PM-4	PM-6	PM-7	M.S.	Classe 1	Classe 3		
Coliformes (NMP.100mL⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	5,2	<1	ausente	200	2500		CONAMA 357-2005 (Classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (µS.cm⁻¹)	482,90	55,40	100,70	433,80	54,29	105,80	513,90	53,33	115,50	439,40	73,70	88,25	-	-	-		
Cor Real (U.C)	31,25	11,63	<10,27	<10,27	1880,00	<10,27	74,95	52,19	66,76	<10,27	297,00	<10,27	15	natural	75		
DBO5 (mg.L⁻¹ O₂)	2,8	12	<2	<2	3,6	2,2	<2	2,4	2,8	<2	2,4	<2	-	3	10		
DQO (mg.L⁻¹ O₂)	9,24	42,2	<6	<6	12,1	7,07	<6	8,03	9,64	<6	7,63	<6	-	-	-		
Fenóis Totais (mg.L⁻¹)	0,007	0,014	0,105	<0,003	<0,003	0,029	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,128	-	0,003	0,01		
Fósforo Total (mg.L⁻¹)	0,006	0,010	0,007	<0,006	0,027	0,007	0,008	0,013	0,048	0,007	0,039	0,014	-	0,025	0,075		
Óleos e Graxas (mg.L⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	6,1	<1	8,0	-	ausente	ausente		
OD (mg.L⁻¹)	1,410	<0,2	3,820	2,680	3,980	4,770	3,08	4,08	8,85	2,88	6,53	10,20	-	>6	>4		
pH	6,22	5,84	5,93	6,64	5,25	5,45	6,31	5,91	5,95	7,01	5,98	5,93	-	6 a 9	6 a 9		
Turbidez (NTU)	4,54	>450	<3,1	4,72	276,00	<3,1	18,20	>450	11,00	<3,1	232,00	<3,1	5	40	100		
Metal Dissolvido													Classe 1		C.H.		CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,006	0,867	<0,006	0,012	0,902	0,009	<0,006	12,700	0,010	0,008	-	0,158	0,1 d		0,2		
As Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01		
Cd Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005		
Pb Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01		
Cu Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	0,012	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2		
Cr Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05		
Fe Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,388	0,264	<0,006	0,316	0,244	0,010	0,332	0,266	<0,006	<0,006	0,236	0,593	0,3 d		0,3		
Mn Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,284	0,016	0,007	2,991	0,026	0,030	0,529	0,002	0,024	0,436	0,016	0,092	0,1		0,1		
Hg Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001		
Ni Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025		0,02		
Zn Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,026	0,012	0,083	0,023	0,008	<0,006	0,006	0,008	0,011	0,019	0,034	0,039	0,18		5		
Metal Total													C.H.	D.A.	Rec.		CONAMA 396-2008
Al Total (mg.L⁻¹)	0,119	1,412	0,392	0,012	0,914	0,036	0,019	55,800	0,659	0,02	-	0,319	0,2	5	0,2		
As Total (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,005	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,2	0,5		
Cd Total (mg.L⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005	0,05	0,005		
Pb Total (mg.L⁻¹)	<0,004	0,012	<0,004	0,004	0,014	0,005	<0,004	0,007	0,017	<0,004	0,014	<0,004	0,01	0,1	0,05		
Cu Total (mg.L⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	0,027	0,060	0,029	<0,006	0,011	<0,006	0,011	0,155	0,022	2	0,5	1		
Cr Total (mg.L⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,006	<0,003	0,05	1	0,05		
Fe Total (mg.L⁻¹)	2,001	0,754	0,115	1,611	0,871	0,189	2,711	0,337	21,000	0,340	2,148	0,807	0,3	-	0,3		
Mn Total (mg.L⁻¹)	2,576	0,022	0,192	3,038	0,033	0,259	4,633	0,015	0,530	0,469	0,021	0,105	0,1	0,05	0,1		
Hg Total (mg.L⁻¹)	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001		
Ni Total (mg.L⁻¹)	0,002	0,004	<0,001	0,002	0,003	<0,001	0,004	0,003	0,003	<0,001	0,004	<0,001	0,02	1	0,1		
Zn Total (mg.L⁻¹)	0,041	0,031	0,074	0,039	0,047	0,067	0,044	0,040	0,200	0,031	0,090	0,045	5	24	5		



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

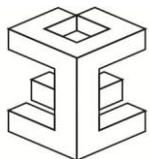
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.11 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Usina Fase B e C. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Usina Fase B e Fase C	Campanha - 1			Campanha - 2			Campanha - 3			Campanha - 4			Classificação				Órgão
	PM-9	PM-10	PM-12	PM-9	PM-10	PM-12	PM-9	PM-10	PM-12	PM-9	PM-10	PM-12	M.S.	Classe 1	Classe 3		
Variável																	
Coliformes (NMP.100mL⁻¹)	1	<1	<1	1	<1	<1	5,2	<1	<1	435	<1	6,1	ausente	200	2500		CONAMA 357-2005 (classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (µS.cm⁻¹)	241,60	515,10	624,20	294,20	269,40	495,20	248,40	276,30	714,50	152,20	306,20	108,40	-	-	-		
Cor Real (U.C)	<10,27	<10,27	<10,27	12,35	<10,27	<10,27	313,00	<10,27	193,00	67,46	<10,27	<10,27	15	natural	75		
DBO5 (mg.L⁻¹ O₂)	4,4	5,6	2,8	4,8	<2	2,8	4,1	<2	5,6	4,0	<2	2,2	-	3	10		
DQO (mg.L⁻¹ O₂)	14,5	18,9	9,24	16,6	<6	9,15	13,70	<6	18,90	12,00	<6	7,63	-	-	-		
Fenóis Totais (mg.L⁻¹)	0,084	0,007	0,008	0,017	0,018	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,460	0,276	0,147	-	0,003	0,01		
Fósforo Total (mg.L⁻¹)	0,040	0,022	0,026	0,075	0,045	0,071	0,067	0,049	0,122	0,028	0,023	0,066	-	0,025	0,075		
Óleos e Graxas (mg.L⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,2	<1	8,1	-	ausente	ausente		
OD (mg.L⁻¹)	2,010	13,200	0,803	5,470	4,770	1,690	7,26	3,48	<0,20	7,68	5,57	5,38	-	>6	>4		
pH	6,38	6,36	6,53	6,29	6,53	6,66	6,82	6,78	6,60	6,26	6,40	6,50	-	6 a 9	6 a 9		
Turbidez (NTU)	12,60	<3,1	8,66	66,50	<3,1	23,60	77,10	<3,1	50,10	24,10	5,39	8,25	5	40	100		
Metal Dissolvido														Classe 1	C.H.		CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,024	0,011	<0,006	0,714	0,029	0,053	0,015	<0,006	<0,006	0,359	0,070	0,050	0,1 d		0,2		
As Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01		
Cd Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005		
Pb Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,006	0,01		0,01		
Cu Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2		
Cr Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05		
Fe Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,107	<0,006	<0,006	0,529	<0,006	0,247	<0,006	<0,006	0,008	0,150	<0,006	<0,006	0,3 d		0,3		
Mn Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,559	0,129	0,172	0,189	0,132	1,424	0,011	0,015	0,212	<0,001	0,034	0,585	0,1		0,1		
Hg Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001		
Ni Dissolvido (mg.L⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	0,025		0,02		
Zn Dissolvido (mg.L⁻¹)	0,027	0,042	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,007	<0,006	<0,006	0,007	0,012	<0,006	0,18		5		
Metal Total														C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
Al Total (mg.L⁻¹)	1,034	1,250	0,679	0,816	0,297	0,477	0,877	0,403	1,744	0,462	1,746	0,918	0,2		5	0,2	
As Total (mg.L⁻¹)	<0,004	<0,004	0,005	<0,004	<0,004	0,005	<0,004	<0,004	0,006	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,2	0,5	
Cd Total (mg.L⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005		0,05	0,005	
Pb Total (mg.L⁻¹)	0,005	0,006	0,009	0,007	0,007	0,015	0,007	<0,004	0,036	<0,004	<0,004	0,013	0,01		0,1	0,05	
Cu Total (mg.L⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	0,019	<0,006	0,017	0,014	0,015	<0,006	<0,006	0,010	2		0,5	1	
Cr Total (mg.L⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		1	0,05	
Fe Total (mg.L⁻¹)	3,346	0,972	22,900	4,032	0,584	18,000	2,734	0,594	36,700	0,393	0,825	<0,006	0,3		-	0,3	
Mn Total (mg.L⁻¹)	0,684	1,064	1,581	0,545	0,145	1,561	0,160	0,174	2,320	0,006	0,338	0,738	0,1		0,05	0,1	
Hg Total (mg.L⁻¹)	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006	0,001		0,01	0,001	
Ni Total (mg.L⁻¹)	0,003	0,028	<0,001	0,004	0,004	<0,001	0,002	0,007	0,003	<0,001	0,008	<0,001	0,02		1	0,1	
Zn Total (mg.L⁻¹)	0,055	0,048	0,037	0,071	0,026	0,036	0,054	0,045	0,082	0,027	0,035	0,040	5		24	5	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

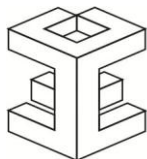
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.12 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Almojarifado. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Almojarifado	Campanha - 1			Campanha - 2			Campanha - 3			Campanha - 4			Classificação			Órgão
	PM-5	PM-13	PM-14	PM-5	PM-13	PM-14	PM-5	PM-13	PM-14	PM-5	PM-13	PM-14	M.S.	Classe 1	Classe 3	
Coliformes (NMP-100mL ⁻¹)	8,4	39,3	3,0	<1	12,1	<1	<1	14,4	17,3	21,8	8,5	52,1	ausente	200	2500	CONAMA 357-2005 (Classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (μS·cm ⁻¹)	452,00	158,60	217,80	404,70	254,70	151,20	420,50	240,20	159,40	396,00	217,60	153,60	-	-	-	
Cor Real (U.C)	<10,27	19,93	<10,27	<10,27	58,81	83,33	40,36	149,00	63,12	<10,27	<10,27	<10,27	15	natural	75	
DBO5 (mg·L ⁻¹ O ₂)	4	4,6	4,2	2,6	3,6	<2	<2	3,4	5,2	<2	<2	<2	-	3	10	
DQO (mg·L ⁻¹ O ₂)	13,7	15,3	14,1	8,74	12,10	<6	<6	11,20	17,30	<6	<6	<6	-	-	-	
Fenóis Totais (mg·L ⁻¹)	0,047	<0,003	0,035	0,008	<0,003	0,014	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,200	0,374	-	0,003	0,01	
Fósforo Total (mg·L ⁻¹)	0,019	0,02	0,027	0,078	0,074	0,078	0,151	0,078	0,051	0,080	0,027	0,028	-	0,025	0,075	
Óleos e Graxas (mg·L ⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	8,3	7,3	-	ausente	ausente	
OD (mg·L ⁻¹)	6,83	4,22	4,02	2,59	61,70	7,56	5,47	6,07	10,30	6,43	9,22	7,68	-	>6	>4	
pH	5,8	6,6	6,32	5,74	6,43	5,99	6,15	7,03	6,60	6,28	6,75	6,03	-	6 a 9	6 a 9	
Turbidez (NTU)	<3,1	22,50	14,80	10,5	67,70	48,90	5,67	52,60	17,60	<3,1	6,87	3,59	5	40	100	
Metal Dissolvido													Classe 1		C.H.	CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,011	0,026	0,014	0,022	0,102	0,439	<0,006	0,010	0,023	<0,006	0,036	0,053	0,1 d		0,2	
As Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cd Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005	
Pb Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	0,014	0,009	0,015	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cu Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2	
Cr Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05	
Fe Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	0,091	0,045	0,042	<0,006	0,329	0,053	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,3 d		0,3	
Mn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,455	0,007	0,002	0,482	<0,001	0,003	0,126	0,001	<0,001	0,515	<0,001	<0,001	0,1		0,1	
Hg Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001	
Ni Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025		0,02	
Zn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,041	0,019	0,033	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,025	<0,006	<0,006	<0,006	0,18		5	
Metal Total													C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
Al Total (mg·L ⁻¹)	1,563	1,001	1,266	1,535	1,450	5,051	0,654	1,506	1,137	0,716	0,487	0,241	0,2	5	0,2	
As Total (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,2	0,5	
Cd Total (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005	0,05	0,005	
Pb Total (mg·L ⁻¹)	0,024	0,023	0,018	0,020	0,020	0,043	0,026	0,016	0,012	0,011	0,007	0,006	0,01	0,1	0,05	
Cu Total (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,026	0,063	<0,006	0,017	0,023	0,021	0,025	0,028	2	0,5	1	
Cr Total (mg·L ⁻¹)	<0,003	0,008	0,013	0,004	0,019	0,048	<0,003	0,019	0,024	<0,003	0,003	0,005	0,05	1	0,05	
Fe Total (mg·L ⁻¹)	3,657	1,891	2,995	7,267	3,464	7,173	4,385	2,632	2,826	2,369	0,538	0,336	0,3	-	0,3	
Mn Total (mg·L ⁻¹)	0,792	0,108	0,154	0,8	0,151	0,272	1,516	0,282	0,129	0,757	0,030	0,019	0,1	0,05	0,1	
Hg Total (mg·L ⁻¹)	0,0004	0,0005	0,0002	0,0003	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004	<0,0002	0,0002	0,001	0,01	0,001	
Ni Total (mg·L ⁻¹)	0,012	0,004	0,009	0,008	0,008	0,023	0,008	0,010	0,017	<0,001	0,001	0,002	0,02	1	0,1	
Zn Total (mg·L ⁻¹)	0,066	0,035	0,070	0,082	0,054	0,143	0,059	0,077	0,081	0,030	0,018	0,034	5	24	5	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

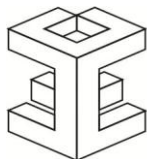
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.13 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Candiota 1. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Candiota 1 Variável	Campanha - 1		Campanha - 2		Campanha - 3		Campanha - 4		Classificação			
	PM-16	PM-17	PM-16	PM-17	PM-16	PM-17	PM-16	PM-17	M.S.	Classe 1	Classe 3	Órgão
Coliformes (NMP-100mL ⁻¹)	<1	98,0	<1	2,0	3,1	87,6	4,1	96,0	ausente	200	2500	CONAMA 357-2005 (Classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (µS·cm ⁻¹)	457,80	105,70	537,10	99,75	405,00	106,20	359,60	104,30	-	-	-	
Cor Real (U.C)	<10,27	75,8	14,3	<10,27	60,39	429,00	11,7	44,01	15	natural	75	
DBO5 (mg·L ⁻¹ O ₂)	2,6	5,2	2,6	3,4	3,0	<2	2,0	<2	-	3	10	
DQO (mg·L ⁻¹ O ₂)	8,43	17,3	8,74	11,60	10,40	<6	7,23	<6	-	-	-	
Fenóis Totais (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	0,024	0,021	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	0,003	0,01	
Fósforo Total (mg·L ⁻¹)	0,188	0,018	0,616	0,037	0,203	0,031	0,228	0,022	-	0,025	0,075	
Óleos e Graxas (mg·L ⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,1	8,3	-	ausente	ausente	
OD (mg·L ⁻¹)	2,01	2,01	4,18	2,88	9,55	4,67	6,72	2,69	-	>6	>4	
pH	6,29	5,72	6,09	6,33	6,49	6,05	6,06	5,75	-	6 a 9	6 a 9	
Turbidez (NTU)	26,00	73,30	27,60	7,23	16,50	112,00	11,20	33,60	5	40	100	
Metal Dissolvido									Classe 1		C.H.	CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	1,099	0,076	0,066	<0,006	0,025	0,047	0,179	0,1 d		0,2	
As Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cd Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005	
Pb Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,005	<0,004	<0,004	0,020	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cu Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2	
Cr Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05	
Fe Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	0,618	<0,006	0,059	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,3 d		0,3	
Mn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,001	0,029	<0,001	0,205	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,1		0,1	
Hg Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001	
Ni Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,025		0,02	
Zn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,026	0,009	<0,006	<0,006	<0,006	0,025	0,037	0,010	0,18		5	
Metal Total									C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
Al Total (mg·L ⁻¹)	6,231	6,697	4,557	0,638	1,680	1,527	2,702	1,142	0,2	5	0,2	
As Total (mg·L ⁻¹)	<0,004	0,013	<0,004	<0,004	<0,004	0,009	<0,004	<0,004	0,01	0,2	0,5	
Cd Total (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005	0,05	0,005	
Pb Total (mg·L ⁻¹)	0,029	0,024	0,022	0,022	0,015	0,016	0,014	<0,004	0,01	0,1	0,05	
Cu Total (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	0,032	0,030	0,022	0,025	0,015	0,020	2	0,5	1	
Cr Total (mg·L ⁻¹)	0,012	0,003	0,013	<0,003	0,006	<0,003	0,005	<0,003	0,05	1	0,05	
Fe Total (mg·L ⁻¹)	7,654	4,074	6,733	3,403	3,765	2,036	3,305	0,989	0,3	-	0,3	
Mn Total (mg·L ⁻¹)	0,243	0,351	0,222	0,207	0,105	0,258	0,143	0,074	0,1	0,05	0,1	
Hg Total (mg·L ⁻¹)	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001	
Ni Total (mg·L ⁻¹)	0,005	0,002	0,005	0,003	0,005	0,002	0,004	<0,001	0,02	1	0,1	
Zn Total (mg·L ⁻¹)	0,112	0,061	0,113	0,101	0,073	0,068	0,058	0,023	5	24	5	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

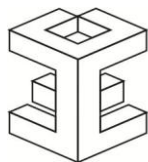
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.14 - Resultados obtidos para os poços monitores na área denominada Candiota 1. Valores limites dados pelas resoluções descritas na tabela. Legenda: Ministério da Saúde (M.S.), Consumo Humano (C.H.), Dessedentação de Animais (D.A.), Recreação (Rec.).

Candiota 1 Variável	Campanha - 1		Campanha - 2		Campanha - 3		Campanha - 4		Classificação			
	PM-19	PM-20	PM-19	PM-20	PM-19	PM-20	PM-19	PM-20	M.S.	Classe 1	Classe 3	Órgão
Coliformes (NMP-100mL ⁻¹)	<1	<1	<1	1,0	<1	205,0	<1	5,2	ausente	200	2500	CONAMA 357-2005 (Classe 1-3) e MS 1469-2000
Condutividade (µS·cm ⁻¹)	816,60	253,10	970,90	249,90	515,90	286,20	347,70	140,40	-	-	-	
Cor Real (U.C)	<10,27	<10,27	11,71	46,55	41,27	59,48	69,08	22,99	15	natural	75	
DBO5 (mg·L ⁻¹ O ₂)	3,4	4,2	2,2	<2	<2	<2	2,6	<2	-	3	10	
DQO (mg·L ⁻¹ O ₂)	11,2	14,1	7,49	<6	<6	<6	7,63	<6	-	-	-	
Fenóis Totais (mg·L ⁻¹)	0,021	0,051	0,028	0,053	<0,003	<0,003	0,451	0,296	-	0,003	0,01	
Fósforo Total (mg·L ⁻¹)	0,029	0,015	0,125	0,020	0,069	0,028	0,056	0,031	-	0,025	0,075	
Óleos e Graxas (mg·L ⁻¹)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	ausente	ausente	
OD (mg·L ⁻¹)	1,00	3,01	3,78	3,18	5,57	5,27	8,06	5,76	-	>6	>4	
pH	6,6	6,46	6,51	5,79	6,81	6,63	6,75	6,53	-	6 a 9	6 a 9	
Turbidez (NTU)	8,75	<3,1	13	27,7	12,00	19,40	25	16,5	5	40	100	
Metal Dissolvido									Classe 1		C.H.	CONAMA 357-2005 (Classe 1) e CONAMA 396-2008 (C.H.)
Al Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	0,051	0,087	0,008	<0,006	0,569	0,150	0,1 d		0,2	
As Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cd Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,001		0,005	
Pb Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	0,012	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,01	
Cu Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	0,008	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,009 d		2	
Cr Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		0,05	
Fe Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	0,007	0,017	<0,006	<0,006	0,086	<0,006	0,3 d		0,3	
Mn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	0,932	0,028	0,315	0,009	0,006	0,012	0,11	<0,001	0,1		0,1	
Hg Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002		0,001	
Ni Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025		0,02	
Zn Dissolvido (mg·L ⁻¹)	<0,006	0,074	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	-	0,018	0,18		5	
Metal Total									C.H.	D.A.	Rec.	CONAMA 396-2008
Al Total (mg·L ⁻¹)	0,340	0,923	0,445	0,732	0,176	0,462	1,033	1,687	0,2		5	
As Total (mg·L ⁻¹)	<0,004	<0,004	<0,004	0,006	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01		0,2	
Cd Total (mg·L ⁻¹)	0,0006	<0,0006	0,0007	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,005		0,005	
Pb Total (mg·L ⁻¹)	0,011	0,019	0,031	0,009	0,010	0,016	0,011	0,009	0,01		0,05	
Cu Total (mg·L ⁻¹)	<0,006	<0,006	0,028	0,026	0,008	<0,006	0,012	0,031	2		0,5	
Cr Total (mg·L ⁻¹)	<0,003	<0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05		1	
Fe Total (mg·L ⁻¹)	0,712	3,041	1,660	1,297	0,646	1,245	0,901	1,674	0,3		0,3	
Mn Total (mg·L ⁻¹)	1,014	0,234	0,933	0,18	0,304	0,185	0,437	0,025	0,1		0,05	
Hg Total (mg·L ⁻¹)	0,0004	0,0004	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001		0,01	
Ni Total (mg·L ⁻¹)	0,009	0,003	0,011	<0,001	0,006	0,003	0,004	0,001	0,02		1	
Zn Total (mg·L ⁻¹)	0,042	0,140	0,046	0,033	0,040	0,079	-	0,061	5		24	

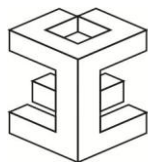


Observa-se nas tabelas acima a constante contaminação por coliformes termotolerantes em diversos poços em todas as campanhas amostrais, os pontos na área da Usina Fase B e Fase C obtiveram presença de coliformes em pelo menos uma das campanhas nos poços PM-2, PM-6, PM-9 e PM-12, apresentando a maior medida no poço PM-9 com $435 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$. Também é o caso dos pontos PM-16, PM-17 e PM-20 (Candiota-1) apresentando em alguma das campanhas valores de até $205 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$. Na área do Almoxarifado, os poços PM-5, PM-13 e PM-14 apresentaram contaminação por coliformes com grande frequência com valores de até $52,1 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$.

A análise de fenóis totais apresentou contaminação para todos os poços estudados em pelo menos uma das campanhas amostrais com exceção da Campanha Amostrai 3 em que não apresentou detecção de contaminação por fenol. O valor máximo encontrado foi para PM-9 com $0,460 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

A presença de óleos e graxas é geralmente baixa nos poços de monitoramento tendo a presença apenas durante a Campanha Amostrai 4, porém estava presente em vários poços PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-7, PM-9, PM-12, PM-13, PM-14, PM-16 e PM-17. O maior valor encontrado foi para PM-9 com $9,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

A cor e a turbidez apresentam índices acima dos limites para o consumo humano em quase todos os pontos amostrais em pelo menos alguma das campanhas, com exceção dos pontos PM-1 e PM-3. Também é notada boa correlação entre as variáveis físicas de cor e turbidez para a maioria dos poços, aparecendo ou não em ambas às situações. Os maiores valores de foram encontrados no poço PM-6 com 1880 U.C. para cor e registro acima do limite máximo de detecção para a turbidez ($>450 \text{ NTU}$). O poço PM-6 está localização numa posição anterior as fluxos da usina funcionando como uma espécie de barreira. Os elevados valores podem ser reflexos do manuseio do solo na porção anterior ao poço fora da área da usina.



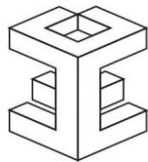
Os pontos PM-3 e PM-4 foram os únicos pontos que não ultrapassaram o limite de qualidade das águas para as análises de fósforo total em todas as campanhas amostrais. O valor máximo encontrado foi para o poço PM-16 durante a segunda campanha amostral com valor de $0,616 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) estão abaixo do limite mínimo estipulado pela legislação em pelo alguma campanha em absolutamente todos os poços de monitoramento. Os piores valores encontrados foram para os poços PM-2 e PM-12 os quais ficaram abaixo do limite de detecção (menor que $0,2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$).

As medidas de metais totais que apresentaram valores acima do limite para alguns poços foram: alumínio, arsênio, chumbo, ferro, manganês e níquel. Os valores de metais dissolvidos que ultrapassaram os limites foram: alumínio, chumbo, cobre, ferro, manganês e mercúrio.

As tabelas 4.2.15, 4.2.16, 4.2.17 e 4.2.18, apresentam os resultados da razão matemática, calculada para metais totais com base nas referências de consumo humano usadas para a água subterrânea expressa na Resolução do CONAMA 396 de 2008. Assim como para as variáveis de cor real, DBO, fósforo total, OD e turbidez, calculada com base nas referências de valores mais rigorosos da Resolução do CONAMA 357-2005 e da Resolução 1469-2000 do Ministério da Saúde.

O critério de visualização segue a estratégia do cálculo da razão matemática. A razão matemática foi construída tendo no denominador o valor expresso nas resoluções citadas acima, enquanto que no numerador foi utilizado o valor encontrado na amostra coletada no poço monitorado para uma determinada variável. A exceção é para as medidas de OD devido o limite quantitativo ser no mínimo 6 perante legislação, assim para tal parâmetro se utiliza como denominador o valor encontrado na amostra, enquanto o numerador é o valor citado na legislação.

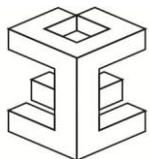


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Toda vez que os valores obtidos forem maiores que 1, indica que o numerador é maior que o denominador, significando que o valor encontrado superou o valor de referência. Assim pinta-se o espaço referente com a cor **vermelha**. Toda a vez que o valor obtido superar 0,5, significa que o valor obtido para a variável se aproxima do valor de referência, pinta-se o espaço com a cor **laranja**, caso contrário, a variável está muito abaixo do valor de referência, colorindo o espaço da tabela com a cor **verde**.

A avaliação qualitativa foi separada por campanha amostral para cada área da termelétrica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

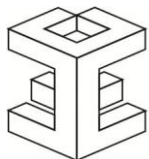
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.15 - Índice qualitativo da Campanha 1 apresentando as razões matemáticas a partir de valores de referência com limites mais rigorosos vigentes na legislação entre os critérios da Resolução 396-2008 do CONAMA, da Resolução 357-2005 do CONAMA e da Resolução 1469-2000 do Ministério da Saúde. Valores maiores que 1, indicam que o numerador é maior que o denominador, significando que o valor encontrado superou o valor de referência, pintando o espaço referente com a cor **vermelha**. Quando o valor obtido superar 0,5 e não ultrapassar 1, significa que o valor obtido para a variável se aproxima do valor de referência, pintando o espaço com a cor **laranja**, caso contrário, a variável está muito abaixo do valor de referência, colorindo o espaço da tabela com a cor **verde**.

Campanha - 1	Usina Fase B e Fase C									Almoxarifado			Candiota 1			
Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-6	PM-7	PM-9	PM-10	PM-12	PM-5	PM-13	PM-14	PM-16	PM-17	PM-19	PM-20
Cor Real	0,7	0,7	0,7	2,1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,3	0,7	0,7	5,1	0,7	0,7
DBO5	2,0	1,6	0,7	0,9	4,0	0,7	1,5	1,9	0,9	1,3	1,5	1,4	0,9	1,7	1,1	1,4
Fósforo Total	0,9	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	1,6	0,9	1,0	0,8	0,8	1,1	7,5	0,7	1,2	0,6
OD	2,5	7,5	1,9	4,3	30,0	1,6	3,0	0,5	7,5	0,9	1,4	1,5	3,0	3,0	6,0	2,0
Turbidez	0,6	1,3	0,6	0,9	90,0	0,6	2,5	0,6	1,7	0,6	4,5	3,0	5,2	14,7	1,8	0,6
Al Total	0,7	2,4	1,0	0,6	7,1	2,0	5,2	6,3	3,4	7,8	5,0	6,3	31,2	33,5	1,7	4,6
As Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,3	0,4	0,4
Cd Total	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	0,1	0,1
Pb Total	0,5	0,9	0,4	0,4	1,2	0,4	0,5	0,6	0,9	2,4	2,3	1,8	2,9	2,4	1,1	1,9
Cu Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr Total	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Fe Total	16,3	28,7	0,8	6,7	2,5	0,4	11,2	3,2	76,3	12,2	6,3	10,0	25,5	13,6	2,4	10,1
Mn Total	11,3	8,3	0,2	25,8	0,2	1,9	6,8	10,6	15,8	7,9	1,1	1,5	2,4	3,5	10,1	2,3
Hg Total	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4
Ni Total	0,8	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	1,4	0,1	0,6	0,2	0,5	0,3	0,1	0,5	0,2
Zn Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

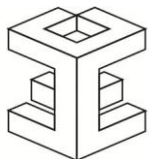
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.16 - Índice qualitativo da Campanha 2 apresentando as razões matemáticas a partir de valores de referência com limites mais rigorosos vigentes na legislação entre os critérios da Resolução 396-2008 do CONAMA, da Resolução 357-2005 do CONAMA e da Resolução 1469-2000 do Ministério da Saúde. Valores maiores que 1, indica que o numerador é maior que o denominador, significando que o valor encontrado superou o valor de referência, pintando o espaço referente com a cor **vermelha**. Quando o valor obtido superar 0,5 e não ultrapassar 1, significa que o valor obtido para a variável se aproxima do valor de referência, pintando o espaço com a cor **laranja**, caso contrário, a variável está muito abaixo do valor de referência, colorindo o espaço da tabela com a cor **verde**.

Campanha - 2	Usina Fase B e Fase C									Almoxarifado			Candiota 1			
Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-6	PM-7	PM-9	PM-10	PM-12	PM-5	PM-13	PM-14	PM-16	PM-17	PM-19	PM-20
Cor Real	0,7	29,3	0,7	0,7	125,3	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	3,9	5,6	1,0	0,7	0,8	3,1
DBO5	0,7	1,9	0,8	0,7	1,2	0,7	1,6	0,7	0,9	0,9	1,2	0,7	0,9	1,1	0,7	0,7
Fósforo Total	1,4	2,6	0,7	0,2	1,1	0,3	3,0	1,8	2,8	3,1	3,0	3,1	24,6	1,5	5,0	0,8
OD	1,6	3,0	2,2	2,2	1,5	1,3	1,1	1,3	3,6	2,3	0,1	0,8	1,4	2,1	1,6	1,9
Turbidez	0,6	7,6	0,6	0,9	55,2	0,6	13,3	0,6	4,7	2,1	13,5	9,8	5,5	1,4	2,6	5,5
Al Total	0,1	5,3	0,8	0,1	4,6	0,2	4,1	1,5	2,4	7,7	7,3	25,3	22,8	3,2	2,2	3,7
As Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6
Cd Total	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	0,1	0,1
Pb Total	0,6	1,8	0,6	0,4	1,4	0,5	0,7	0,7	1,5	2,0	2,0	4,3	2,2	2,2	3,1	0,9
Cu Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr Total	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,0	0,3	0,1	0,1	0,1
Fe Total	2,1	53,0	1,0	5,4	2,9	0,6	13,4	1,9	60,0	24,2	11,5	23,9	22,4	11,3	5,5	4,3
Mn Total	3,3	11,1	0,3	30,4	0,3	2,6	5,5	1,5	15,6	8,0	1,5	2,7	2,2	2,1	9,3	1,8
Hg Total	0,5	0,8	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Ni Total	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	1,2	0,3	0,2	0,6	0,1
Zn Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

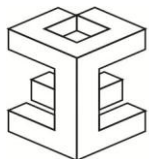
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.17 - Índice qualitativo da Campanha 3 apresentando as razões matemáticas a partir de valores de referência com limites mais rigorosos vigentes na legislação entre os critérios da Resolução 396-2008 do CONAMA, da Resolução 357-2005 do CONAMA e da Resolução 1469-2000 do Ministério da Saúde. Valores maiores que 1, indica que o numerador é maior que o denominador, significando que o valor encontrado superou o valor de referência, pintando o espaço referente com a cor **vermelha**. Quando o valor obtido superar 0,5 e não ultrapassar 1, significa que o valor obtido para a variável se aproxima do valor de referência, pintando o espaço com a cor **laranja**, caso contrário, a variável está muito abaixo do valor de referência, colorindo o espaço da tabela com a cor **verde**.

Campanha - 3	Usina Fase B e Fase C									Almoxarifado			Candiota 1			
Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-6	PM-7	PM-9	PM-10	PM-12	PM-5	PM-13	PM-14	PM-16	PM-17	PM-19	PM-20
Cor Real	0,7	2,1	0,7	5,0	3,5	4,5	20,9	0,7	12,9	2,7	9,9	4,2	4,0	28,6	2,8	4,0
DBO5	1,3	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,4	0,7	1,9	0,7	1,1	1,7	1,0	0,7	0,7	0,7
Fósforo Total	1,4	0,6	0,6	0,3	0,5	1,9	2,7	2,0	4,9	6,0	3,1	2,0	8,1	1,2	2,8	1,1
OD	1,4	1,7	1,8	1,9	1,5	0,7	0,8	1,7	30,0	1,1	1,0	0,6	0,6	1,3	1,1	1,1
Turbidez	0,6	1,5	0,6	3,6	90,0	2,2	15,4	0,6	10,0	1,1	10,5	3,5	3,3	22,4	2,4	3,9
Al Total	0,2	0,3	0,3	0,1	279,0	3,3	4,4	2,0	8,7	3,3	7,5	5,7	8,4	7,6	0,9	2,3
As Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,4	0,4
Cd Total	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	0,1	0,1
Pb Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	1,7	0,7	0,4	3,6	2,6	1,6	1,2	1,5	1,6	1,0	1,6
Cu Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr Total	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe Total	0,4	1,9	0,3	9,0	1,1	70,0	9,1	2,0	122,3	14,6	8,8	9,4	12,6	6,8	2,2	4,2
Mn Total	3,3	5,2	0,1	46,3	0,2	5,3	1,6	1,7	23,2	15,2	2,8	1,3	1,1	2,6	3,0	1,9
Hg Total	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2
Ni Total	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,5	0,9	0,3	0,1	0,3	0,2
Zn Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.18 - Índice qualitativo da Campanha 4 apresentando as razões matemáticas a partir de valores de referência com limites mais rigorosos vigentes na legislação entre os critérios da Resolução 396-2008 do CONAMA, da Resolução 357-2005 do CONAMA e da Resolução 1469-2000 do Ministério da Saúde. Valores maiores que 1, indica que o numerador é maior que o denominador, significando que o valor encontrado superou o valor de referência, pintando o espaço referente com a cor **vermelha**. Quando o valor obtido superar 0,5 e não ultrapassar 1, significa que o valor obtido para a variável se aproxima do valor de referência, pintando o espaço com a cor **laranja**, caso contrário, a variável está muito abaixo do valor de referência, colorindo o espaço da tabela com a cor **verde**.

Campanha - 4	Usina Fase B e Fase C									Almoxarifado			Candiota 1			
Variável	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-6	PM-7	PM-9	PM-10	PM-12	PM-5	PM-13	PM-14	PM-16	PM-17	PM-19	PM-20
Cor Real	0,7	0,7	0,7	0,7	19,8	0,7	4,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	2,9	4,6	1,5
DBO5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7
Fósforo Total	1,9	0,6	0,7	0,3	1,6	0,6	1,1	0,9	2,6	3,2	1,1	1,1	9,1	0,9	2,2	1,2
OD	1,8	2,0	1,4	2,1	0,9	0,6	0,8	1,1	1,1	0,9	0,7	0,8	0,9	2,2	0,7	1,0
Turbidez	0,6	0,6	0,6	0,6	46,4	0,6	4,8	1,1	1,7	0,6	1,4	0,7	2,2	6,7	5,0	3,3
Al Total	0,5	0,4	0,4	0,1	-	1,6	2,3	8,7	4,6	3,6	2,4	1,2	13,5	5,7	5,2	8,4
As Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cd Total	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	0,1	0,1
Pb Total	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	1,3	1,1	0,7	0,6	1,4	0,4	1,1	0,9
Cu Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr Total	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	0,1	0,1
Fe Total	0,6	1,5	0,1	1,1	7,2	2,7	1,3	2,8	0,0	7,9	1,8	1,1	11,0	3,3	3,0	5,6
Mn Total	1,9	1,7	0,0	4,7	0,2	1,1	0,1	3,4	7,4	7,6	0,3	0,2	1,4	0,7	4,4	0,3
Hg Total	0,9	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ni Total	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Zn Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

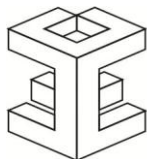
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

As tabelas acima evidenciam claramente a qualidade da água subterrânea para os poços de monitoramento. Em uma análise geral, o ponto PM-3 é o poço com as melhores condições de qualidade de água, tendo índices negativos apenas para O.D., porém em todas as campanhas. O poço com as piores condições de qualidade da água é o PM-17.

A tabela 4.2.19 e a figura 4.2.6 apresentam as relações e comparações, respectivamente, entre as variáveis de DQO e DBO a fim de quantificar o percentual biodegradável das amostras de água subterrânea. Como a DBO mede apenas a porção biodegradável, à medida que esse valor mais se aproximar do valor de DQO, significa que mais facilmente biodegradável será um efluente. O menor valor da relação entre DBO e DQO é encontrado para PM-16 na Campanha 4, e o maior para PM-19 na quarta campanha. Note também a boa correlação das variáveis, em que a ausência ou o aparecimento de uma está atrelado à outra.

Tabela 4.2.19 - Relação entre as variáveis DQO e DBO para todas as campanhas amostrais apresentando o percentual biodegradável do efluente.

POÇO	%DBO	POÇO	%DBO	POÇO	%DBO	POÇO	%DBO
PM-1 C1	30,5	PM-2 C1	30,6	PM-3 C1	N.D.	PM-4 C1	30,3
PM-1 C2	N.D.	PM-2 C2	29,3	PM-3 C2	30,4	PM-4 C2	N.D.
PM-1 C3	30,6	PM-2 C3	N.D.	PM-3 C3	N.D.	PM-4 C3	N.D.
PM-1 C4	N.D.	PM-2 C4	N.D.	PM-3 C4	N.D.	PM-4 C4	N.D.
PM-5 C1	29,2	PM-6 C1	28,4	PM-7 C1	N.D.	PM-9 C1	30,3
PM-5 C2	29,7	PM-6 C2	29,8	PM-7 C2	31,1	PM-9 C2	28,9
PM-5 C3	N.D.	PM-6 C3	29,9	PM-7 C3	29,0	PM-9 C3	29,9
PM-5 C4	N.D.	PM-6 C4	31,5	PM-7 C4	N.D.	PM-9 C4	33,3
PM-10 C1	29,6	PM-12 C1	30,3	PM-13 C1	30,1	PM-14 C1	29,8
PM-10 C2	N.D.	PM-12 C2	30,6	PM-13 C2	29,8	PM-14 C2	N.D.
PM-10 C3	N.D.	PM-12 C3	29,6	PM-13 C3	30,4	PM-14 C3	30,1
PM-10 C4	N.D.	PM-12 C4	28,8	PM-13 C4	N.D.	PM-14 C4	N.D.
PM-16 C1	30,8	PM-17 C1	30,1	PM-19 C1	30,4	PM-20 C1	29,8
PM-16 C2	29,7	PM-17 C2	29,3	PM-19 C2	29,4	PM-20 C2	N.D.
PM-16 C3	28,8	PM-17 C3	N.D.	PM-19 C3	N.D.	PM-20 C3	N.D.
PM-16 C4	27,7	PM-17 C4	N.D.	PM-19 C4	34,1	PM-20 C4	N.D.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

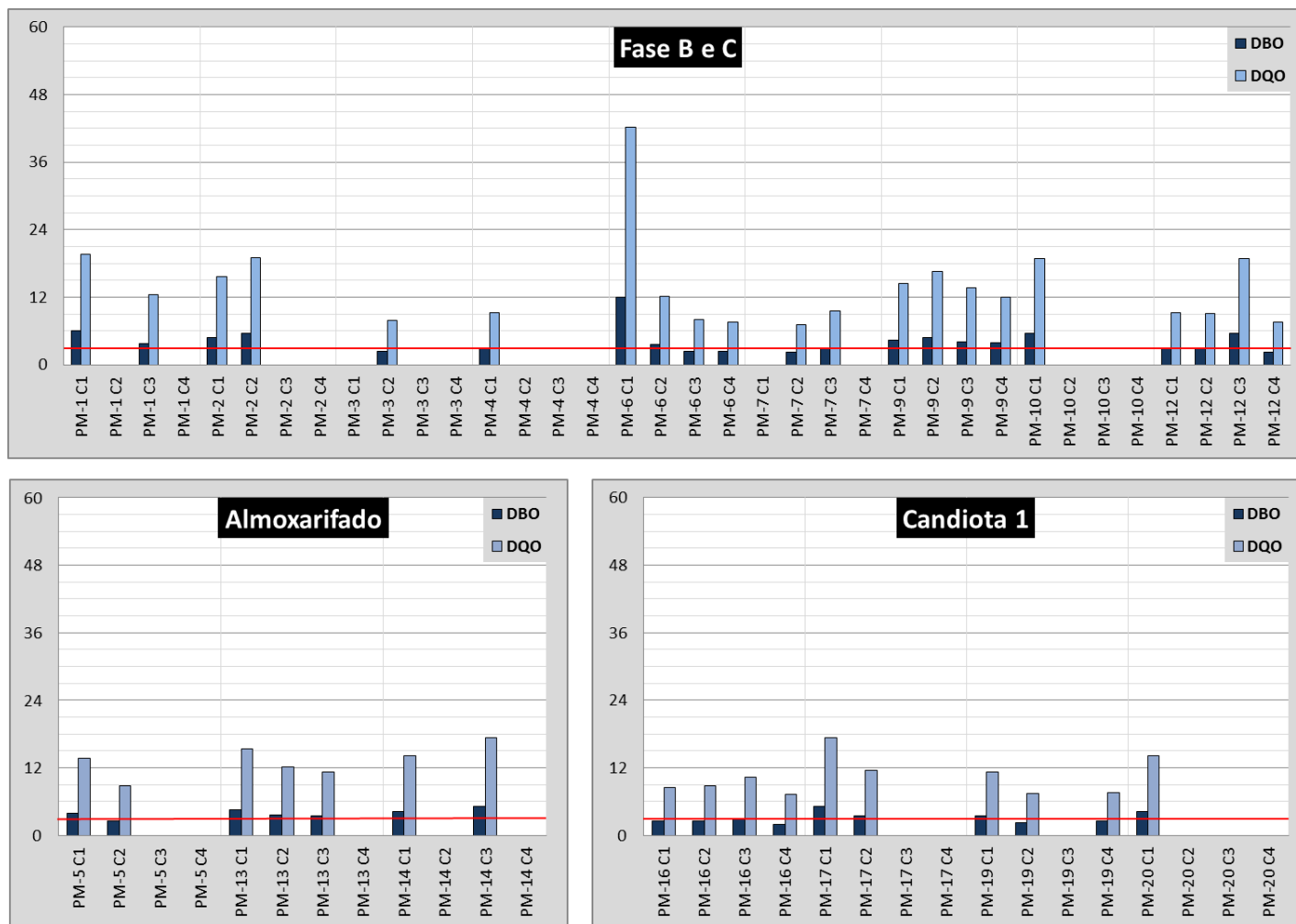
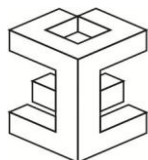


Figura 4.2.6 - Gráficos apresentando as comparações entre os valores de DQO e DBO. Linha vermelha – limite DBO (CONAMA 357-2005).

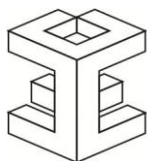


A figura 4.2.7 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo os valores obtidos para a variável de oxigênio dissolvido (O.D.). Os valores do O.D. não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C o oxigênio dissolvido possui valores abaixo do limite proposto para classe 1 da Resolução CONAMA 357-2005 para quase todos os poços durante todas as campanhas com exceção dos poços PM-6 na quarta campanha, PM-7 e PM-9 na campanha 3 e 4, e PM-10 na primeira campanha. Os poços PM-6 na primeira campanha e PM-12 na terceira campanha obtiveram péssimos níveis de O.D. em que ficaram abaixo do limite de detecção ($<0,2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$).

Na área do Almojarifado os valores de oxigênio dissolvido ficaram baixo do limite em pelo menos uma campanha em todos os pontos, porém é a área de estudo que obteve os melhores resultados para O.D., com destaque para o poço PM-13 durante a campanha 2 que obteve o maior nível de concentração de O.D. nos pontos estudados.

Na área do Candiota 1 os valores de oxigênio dissolvido ficaram acima do mínimo exigido apenas no poço PM-16 nas campanhas 3 e 4, e no poço PM-19 na campanha 4, os demais poços e campanhas tiveram seus níveis de O.D. abaixo do limite.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

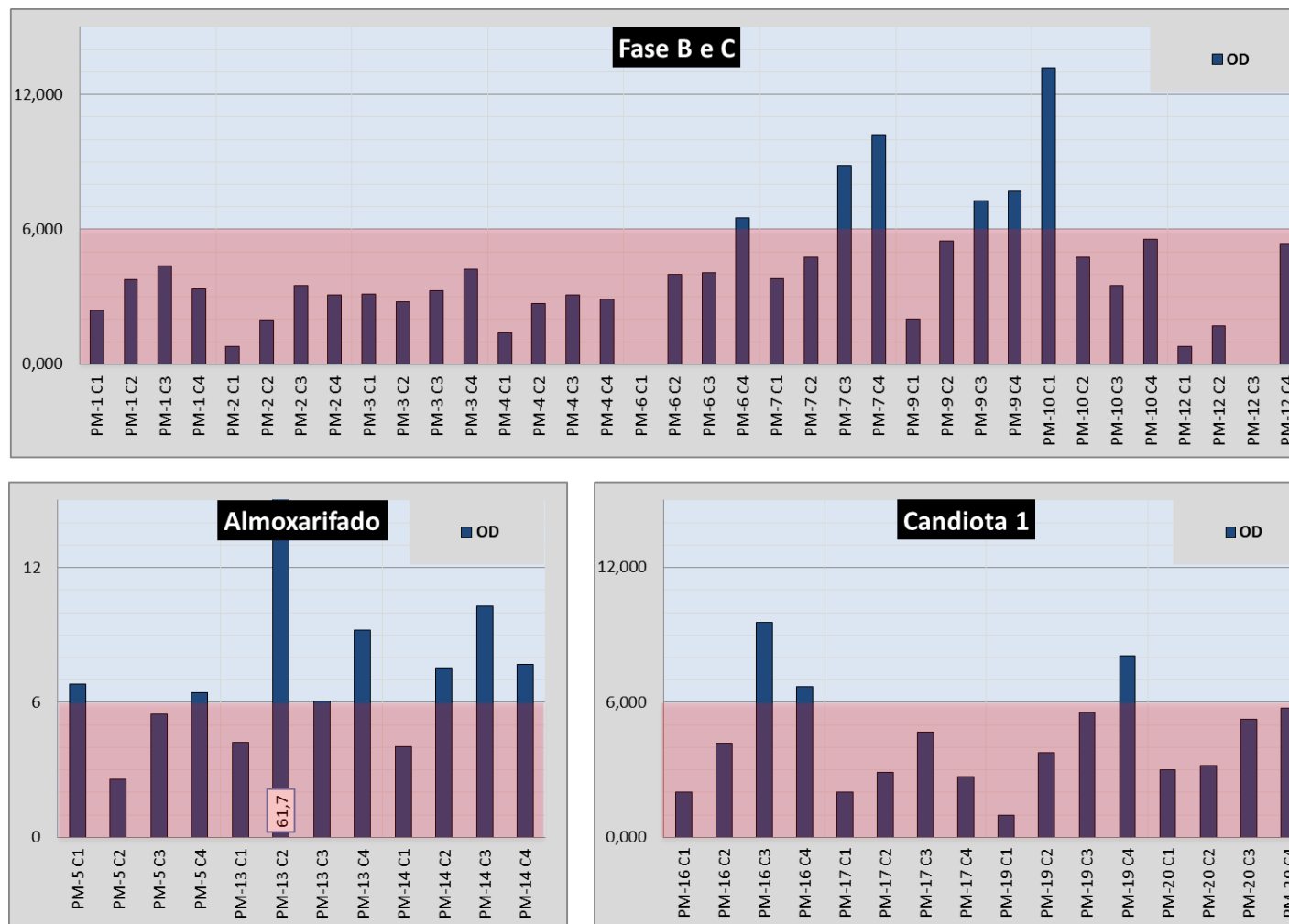
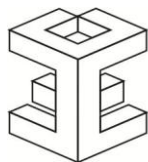


Figura 4.2.7 - Gráficos demonstrando os valores de oxigênio dissolvido (O.D.). Área hachurada azul: boas condições (CONAMA 357-2005).

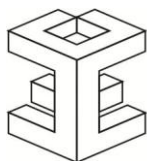


A figura 4.2.8 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo os valores obtidos para os fenóis totais. Os valores dos fenóis totais não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C os fenóis totais atingem valores acima do limite para todos os poços em pelo menos uma das campanhas amostrais e frequentemente apresentando valores muito acima do valor máximo estipulado pela legislação vigente para classe 1 da Resolução CONAMA 357-2005.

Na área do Almoxarifado os valores de fenóis totais também ultrapassam o limite previsto em todos os pontos em pelo menos uma das campanhas amostrais chegando a valores bem elevados.

Na área do Candiota 1 os valores de fenóis totais ultrapassam o limite em todos os pontos em pelo menos umas das campanhas amostrais, sendo que os poços PM-16 e PM-17 ultrapassam o limite apenas na segunda campanha amostral, já os poços PM-19 e PM-20 só não ultrapassaram o limite na campanha 3.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

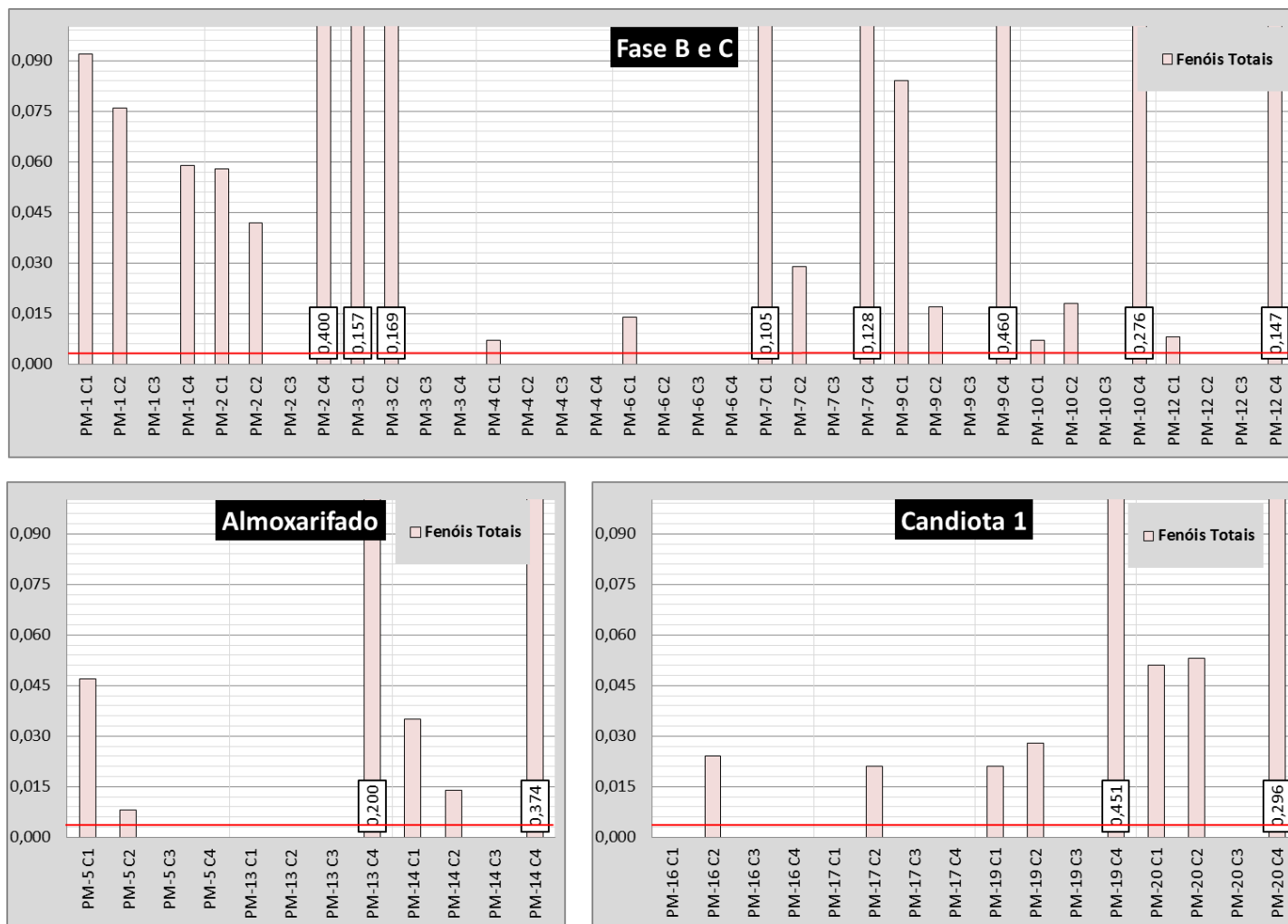


Figura 4.2.8 - Gráficos demonstrando os valores de fenóis totais. Linha vermelha: limite fenóis totais (CONAMA 357-2005, classe 1).

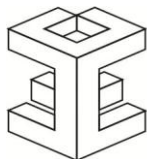


A figura 4.2.9 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo os valores obtidos para a variável de fósforo total. Os valores de P total não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C os valores de fósforo total que não ultrapassam o limite determinado pela legislação vigente para classe 1 da Resolução CONAMA 357-2005 são os dos poços PM-3 e PM-4. Os demais poços em pelo menos uma das campanhas amostrais tiveram seus valores de P total acima do limite.

Na área do Almoxarifado os valores de fósforo total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em praticamente todas as campanhas, com exceção dos pontos PM-5 e PM-13 durante a primeira campanha.

Na área do Candiota 1 os valores de fósforo total ultrapassam o limite em todos os pontos em pelo menos umas das campanhas amostrais, sendo que o poço PM-16 possui o pior resultado para P total de todos os poços com valores muito acima do limite determinado.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

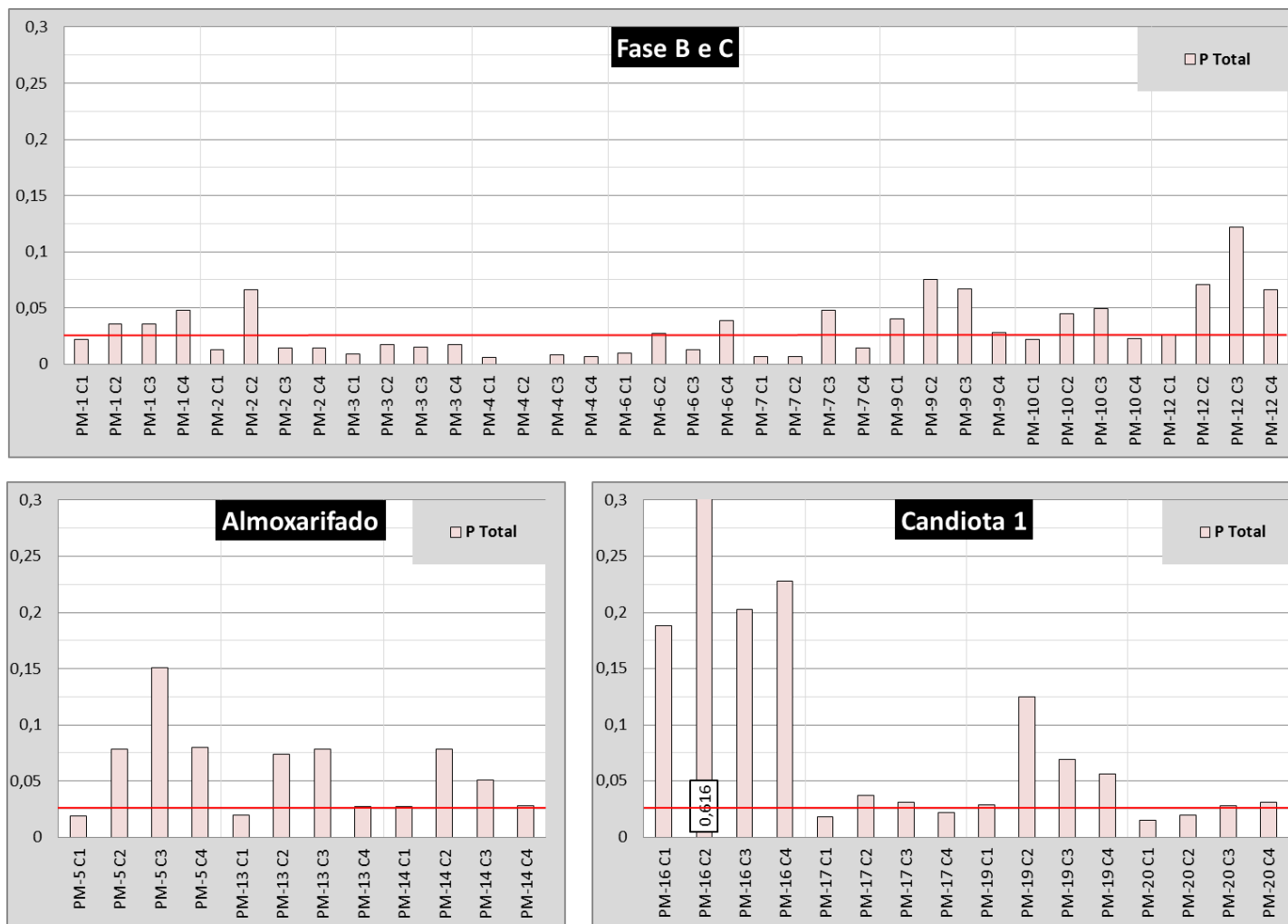
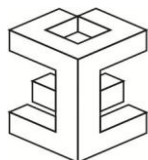


Figura 4.2.9 - Gráficos demonstrando os valores de fósforo total. Linha vermelha: limite P total (CONAMA 357-2005, classe 1).

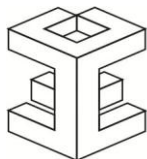


A figura 4.2.10 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de alumínio dissolvido e alumínio total. Os valores do alumínio não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C o alumínio total atinge valores acima do limite de dessedentação de animais para o poço PM-6, possuindo valor extremamente alto em frente à legislação vigente da Resolução CONAMA 396-2008. Os poços PM-1, PM-3 e PM-4 possuem níveis de alumínio total dentro dos limites, porém o restante dos poços se encontram numa classificação não apropriada para o consumo humano segundo a legislação em pelo menos uma das campanhas. Já o alumínio dissolvido é encontrado acima do limite para os pontos PM-6, PM-7 e PM-9, tendo o maior valor no ponto PM-6 em que ultrapassa em três campanhas os limites com uma das medidas que passa os $12,7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de Al.

Na área do Almoxarifado os valores de alumínio total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos, sendo que o poço PM-14 ultrapassa inclusive o limite de dessedentação de animais. Os valores de alumínio dissolvido ultrapassam o limite para o consumo humano nos poços PM-13 e PM-14.

Na área do Candiota 1 os valores de alumínio total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em pelo menos umas das campanhas amostrais, sendo que os poços PM-16 e PM-17 ultrapassam inclusive o limite de dessedentação de animais. Os valores ultrapassam os limites para Al dissolvido nos poços PM-17, PM-19 e PM-20.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

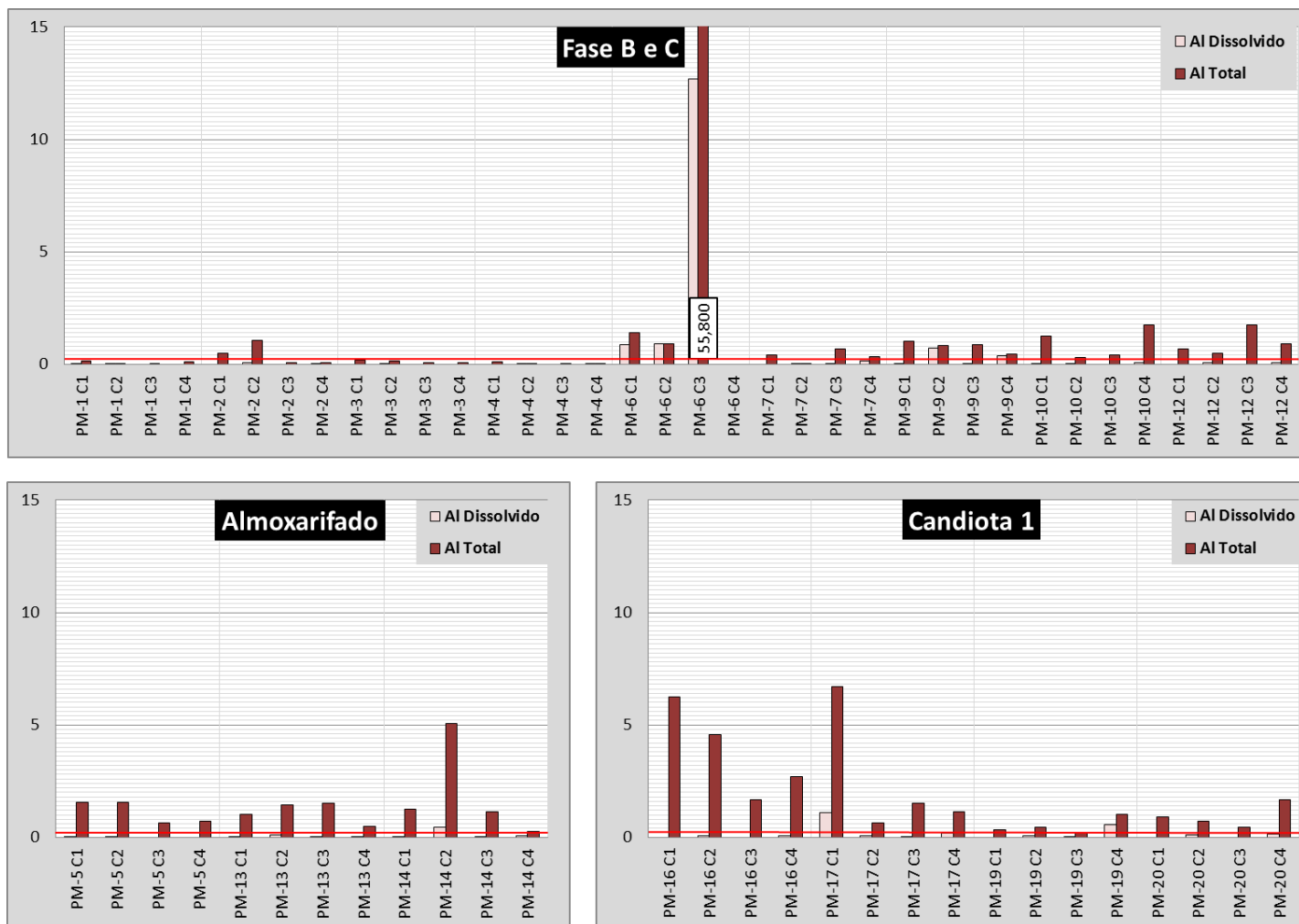
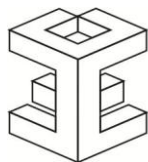


Figura 4.2.10 - Gráficos comparando os valores entre alumínio total e dissolvido. Linha vermelha: limite Al total (CONAMA 396-2008).

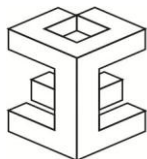


A figura 4.2.11 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de chumbo dissolvido e chumbo total. Assim como ocorreu para o alumínio, os valores do chumbo não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento, onde cada poço variou de maneira diferente o seu teor de Pb.

Na área da Usina Fase B e C o chumbo total atinge valores acima do limite de consumo humano em pelo menos uma campanha amostral para os poços PM-2, PM-6, PM-7 e PM-12. O chumbo dissolvido foi encontrado acima do limite nessa área apenas para o poço PM-2.

Na área do Almoxarifado os valores de chumbo total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos. O chumbo dissolvido ultrapassa o limite para o consumo humano nos poços PM-5 e PM-14.

Na área do Candiota 1 os valores de chumbo total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em pelo menos umas das campanhas amostrais. E os poços PM-17 e PM-19 ultrapassam os valores limítrofes para alumínio dissolvido.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

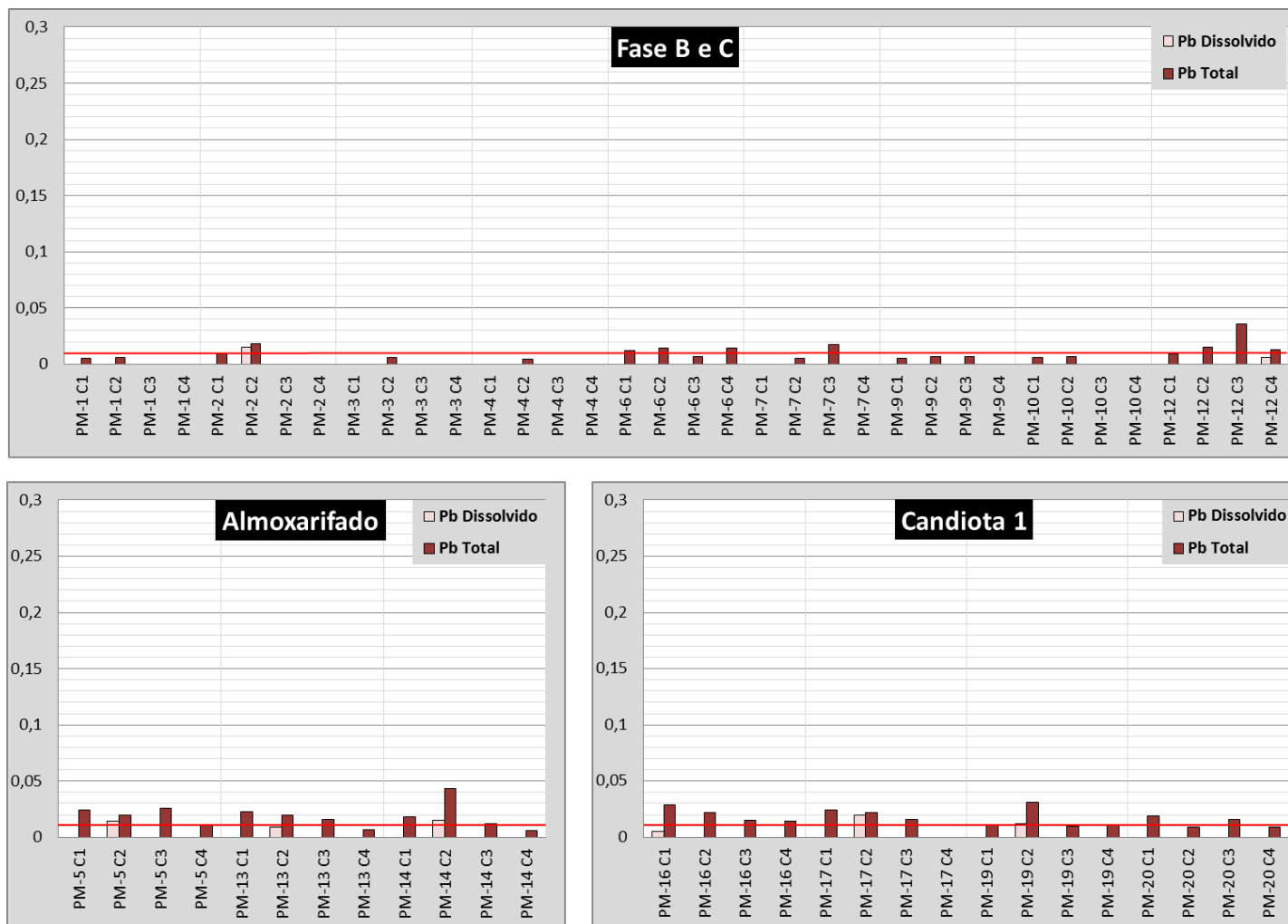
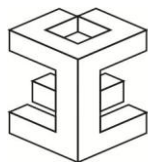


Figura 4.2.11 - Gráficos comparando os valores entre chumbo total e dissolvido. Linha vermelha: limite Pb total (CONAMA 396-2008).

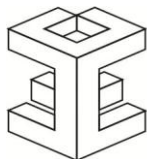


A figura 4.2.12 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de ferro dissolvido e ferro total. Os valores do ferro não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento, assim como já verificado para o alumínio e o chumbo.

Na área da Usina Fase B e C o ferro total atinge valores acima do limite de consumo humano para todos os poços, com exceção do ponto PM-3 o qual tem seus valores abaixo do limite para todas as campanhas amostrais. Os maiores valores se encontram no poço PM-12 o qual chega a valores de até $36,7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Fe. Já o ferro dissolvido é encontrado acima do limite para os pontos PM-2, PM-4, PM-7 e PM-9, tendo os maiores valores no ponto PM-2 em que ultrapassa os limites com $11,3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Fe.

Na área do Almoxarifado os valores de ferro total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos. Os valores de ferro dissolvido apenas ultrapassam o limite para o consumo humano em um dos poços, PM-14.

Na área do Candiota 1 os valores de ferro total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em todas as campanhas amostrais. No entanto, o poço PM-17 é o único que passa o limite para Fe dissolvido com $0,618 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Fe, medido na primeira campanha amostral.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

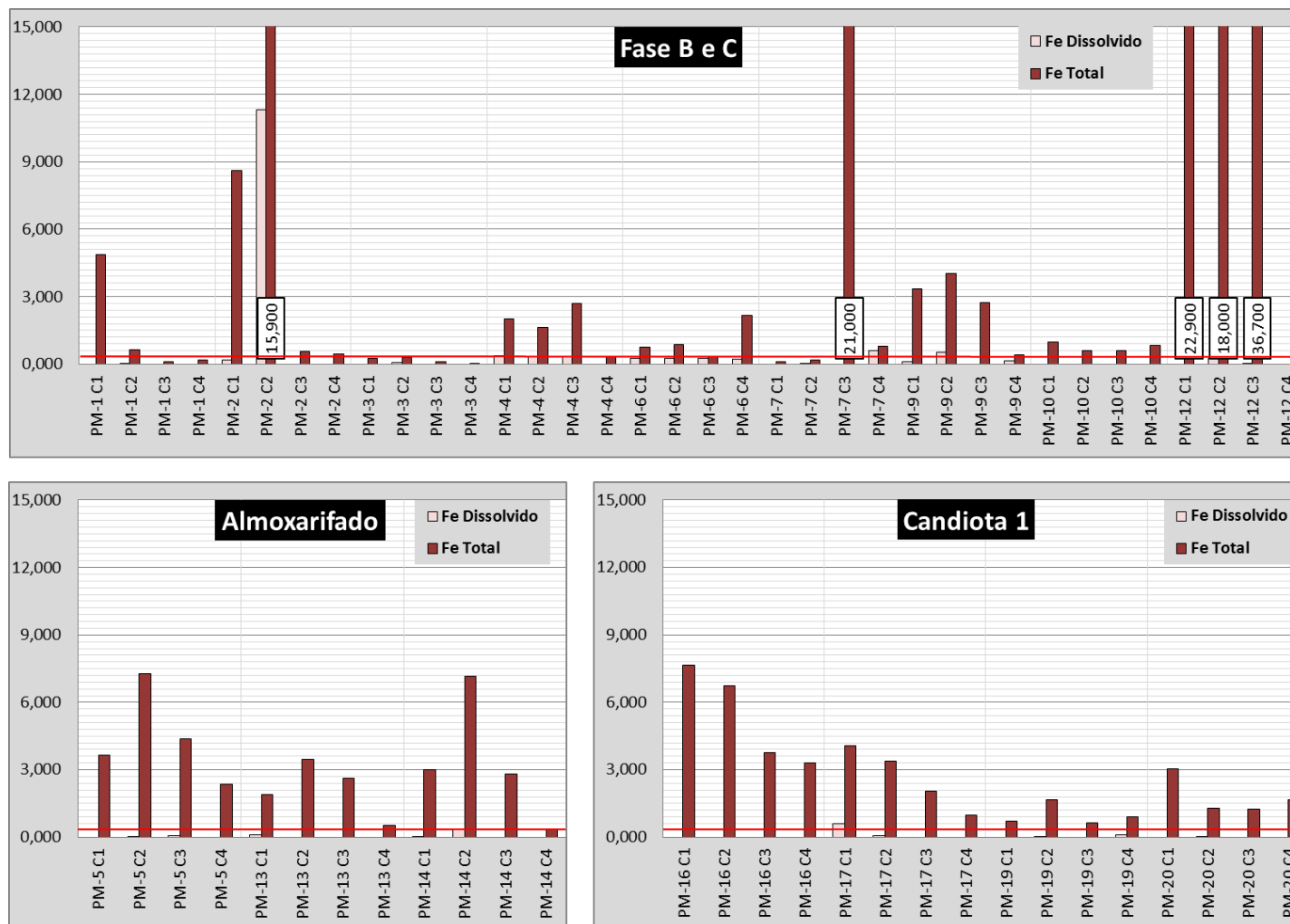
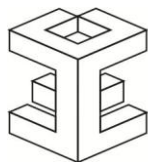


Figura 4.2.12 - Gráficos comparando os valores entre ferro total e dissolvido. Linha vermelha: limite Fe total (CONAMA 396-2008).

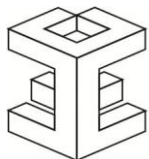


A figura 4.2.13 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de manganês dissolvido e manganês total. Os valores para o manganês não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento, como acontece para os outros metais já analisados.

Na área da Usina Fase B e C o manganês total atinge valores acima do limite de consumo humano quase todos os poços em pelo menos uma das campanhas, com exceção dos pontos PM-3 e PM-6 que estão abaixo. O poço PM-4 registra os maiores valores de Mn total chegando a medidas de até $4,633 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Mn. O manganês dissolvido foi encontrado acima do limite para os poços PM-1, PM-2, PM-4, PM-9, PM-10 e PM-12, sendo que no PM-4 atinge valor próximo de $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Mn.

Na área do Almoxarifado os valores de manganês total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos. Os valores de manganês dissolvido ultrapassam o limite para o consumo humano apenas no poço PM-5 em todas as campanhas amostrais.

Na área do Candiota 1 os valores de manganês total ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em quase todas as campanhas amostrais. O poço PM-19 registra os maiores valores chegando a valores de até $1,014 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Mn. O manganês dissolvido ultrapassa o limite no ponto PM-17 atingindo o valor de $0,932 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Mn.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

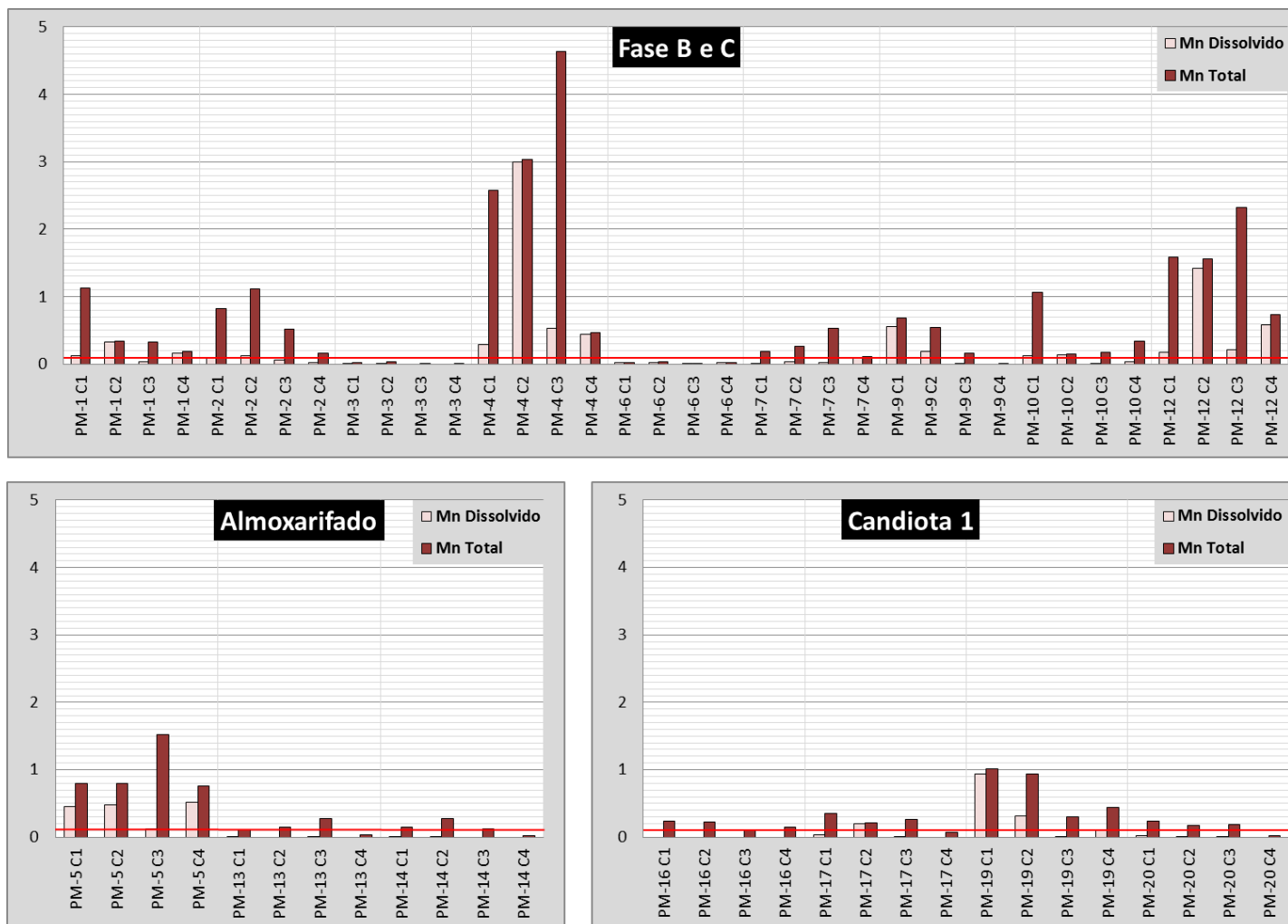
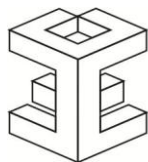


Figura 4.2.13 - Gráficos comparando os valores entre manganês total e dissolvido. Linha vermelha: limite Mn total (CONAMA 396-2008).

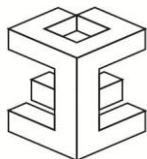


A figura 4.2.14 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de níquel dissolvido e níquel total. Os valores de níquel também não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C o níquel total atinge valor acima do limite de consumo humano em frente à legislação vigente da Resolução CONAMA 396-2008 apenas no poço PM-10 durante a primeira coleta. Já o níquel dissolvido não é encontrado acima do limite em ponto algum durante as coletas.

Na área do Almoxarifado os valores de níquel total que ultrapassam o limite para o consumo humano foram detectados apenas no poço PM-14 durante a segunda campanha. O níquel dissolvido não ultrapassou o limite nos poços monitorados.

Na área do Candiota 1 os valores de níquel total e dissolvido não ultrapassam o limite para o consumo humano em todos os pontos em todas as campanhas amostrais.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 4.2.14 - Gráficos comparando os valores entre níquel total e dissolvido. Linha vermelha: limite Ni total (CONAMA 396-2008).



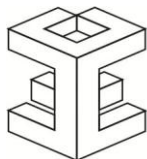
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

A figura 4.2.15 apresenta os gráficos para as áreas da usina exibindo as comparações entre os valores obtidos para as variáveis de mercúrio dissolvido e mercúrio total. Os valores de mercúrio são pontuais e não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento.

Na área da Usina Fase B e C o mercúrio total não atinge valores acima do limite de consumo humano definido na legislação vigente da Resolução CONAMA 396-2008 nos poços de monitoramento. O mercúrio dissolvido foi encontrado acima do limite de consumo humano apenas no PM-1, sendo o único registro na área.

Na área do Almojarifado os valores de mercúrio total e dissolvido ficaram abaixo do limite para todos os pontos em todas as campanhas, assim como para a área do Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

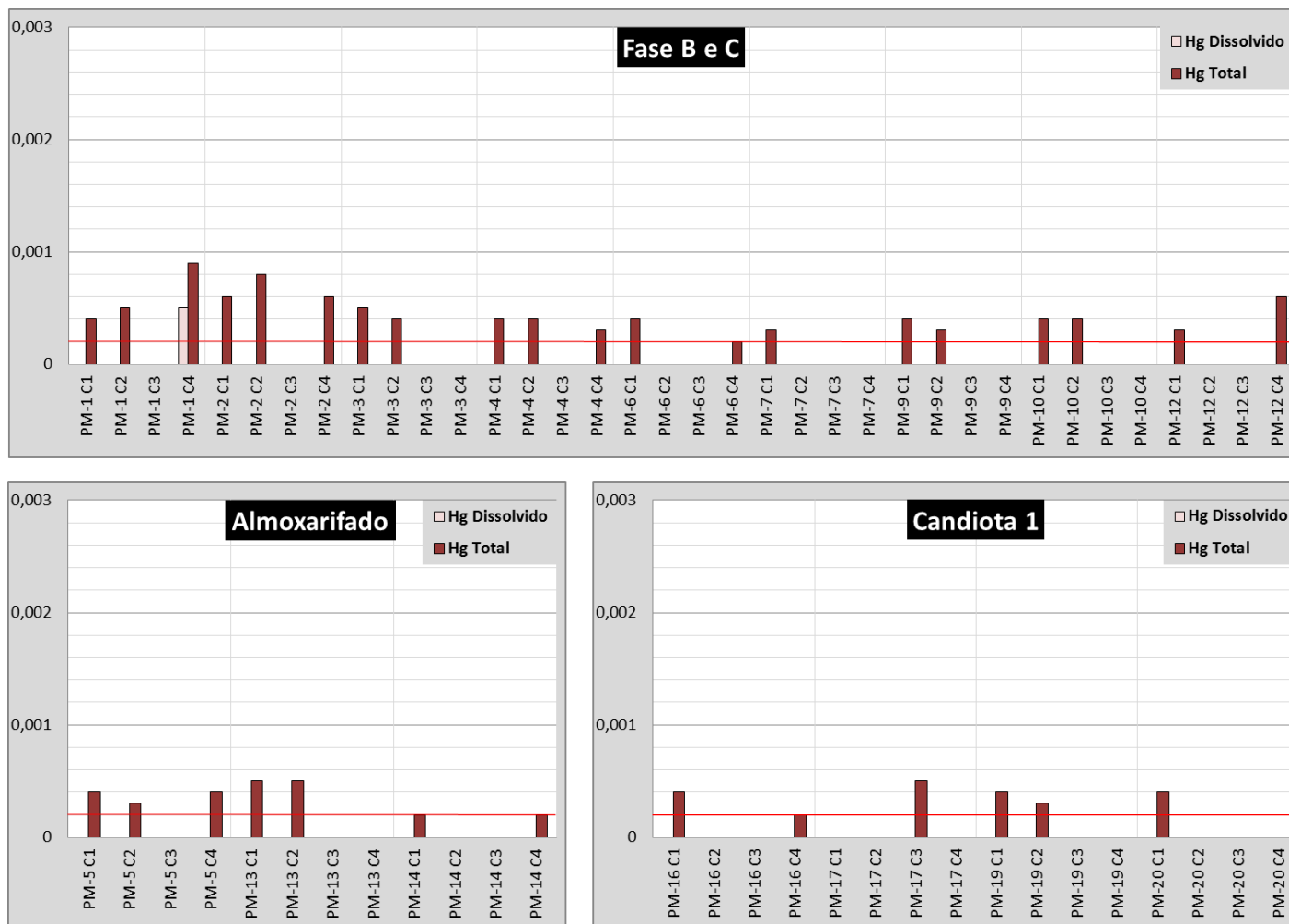
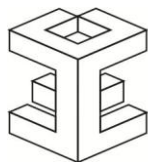


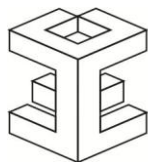
Figura 4.2.15 - Gráficos comparando valores entre mercúrio total e dissolvido. Linha vermelha: limite Hg dissolvido (CONAMA 396-2008).



A figura 4.2.16 apresenta o mapa com os diagramas em pizza plotados nos locais dos poços respectivos representando o alumínio total do ponto, contendo as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de alumínio particulado (porção vermelha dos diagramas) e alumínio dissolvido (porção azul dos diagramas) para cada poço. A relação entre alumínio total e dissolvido tem maior significância nos poços PM-1, PM-6, PM9 e PM-19 apresentando valores de Al dissolvido acima de 15%. O maior percentual de Al dissolvido se encontra no poço PM-9 com 35% de Al dissolvido em relação à medida de Al total do ponto amostral. No entanto, é interessante analisar o segundo a relação de 25% de Al dissolvido no poço PM-6 o qual está localizado na área externa e a montante da usina, podendo ser originário de fontes externas a área da usina termelétrica e possivelmente relacionada aos usos do solo.

A figura 4.2.17 apresenta o mapa com os diagramas em pizza plotados nos locais dos poços respectivos representando o ferro total do ponto, contendo as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de ferro particulado (porção vermelha dos diagramas) e ferro dissolvido (porção azul dos diagramas) para cada poço. A relação entre ferro total e dissolvido tem maior significância nos poços PM-2, PM-4 e PM6 apresentando valores de Fe dissolvido acima de 15%. O maior percentual de Fe dissolvido se encontra no poço PM-2 com 45% de Fe dissolvido em relação à medida de Fe total do ponto amostral. Além disso, como foi visto anteriormente nesse relatório, o poço PM-2 também apresenta a maior medida de Fe dissolvido.

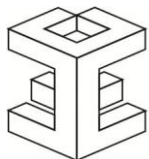
A figura 4.2.18 apresenta o mapa com os diagramas em pizza plotados nos locais dos poços respectivos representando o manganês total do ponto, contendo as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de manganês particulado (porção vermelha dos diagramas) e manganês dissolvido (porção azul dos diagramas) para cada poço. A relação entre manganês total e dissolvido tem maior significância nos poços PM-1, PM-4, PM-5, PM-6, PM9, PM-10, PM-12, PM-17 e PM-19 apresentando valores de Mn dissolvido acima de 15%. O maior percentual de Mn



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

dissolvido se encontra no poço PM-6 com 66% o qual está localizado na área externa e a montante da usina, reforçando a ideia que pode estar sendo enriquecido esse metal em fontes externas a área da usina termelétrica e relacionada possivelmente aos usos do solo. Porém, os níveis medidos para Mn total e dissolvido no poço PM-6 estão abaixo do limite previsto na legislação. No entanto, os poços PM-4 e PM-12 possuem os limites acima do determinado em todas as campanhas amostrais tanto para Mn total quanto Mn dissolvido com as maiores medidas encontradas no estudo. Isso é notado principalmente na campanha 2 em que as medidas do Mn dissolvido estão muito próximas do Mn total para esses dois poços.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

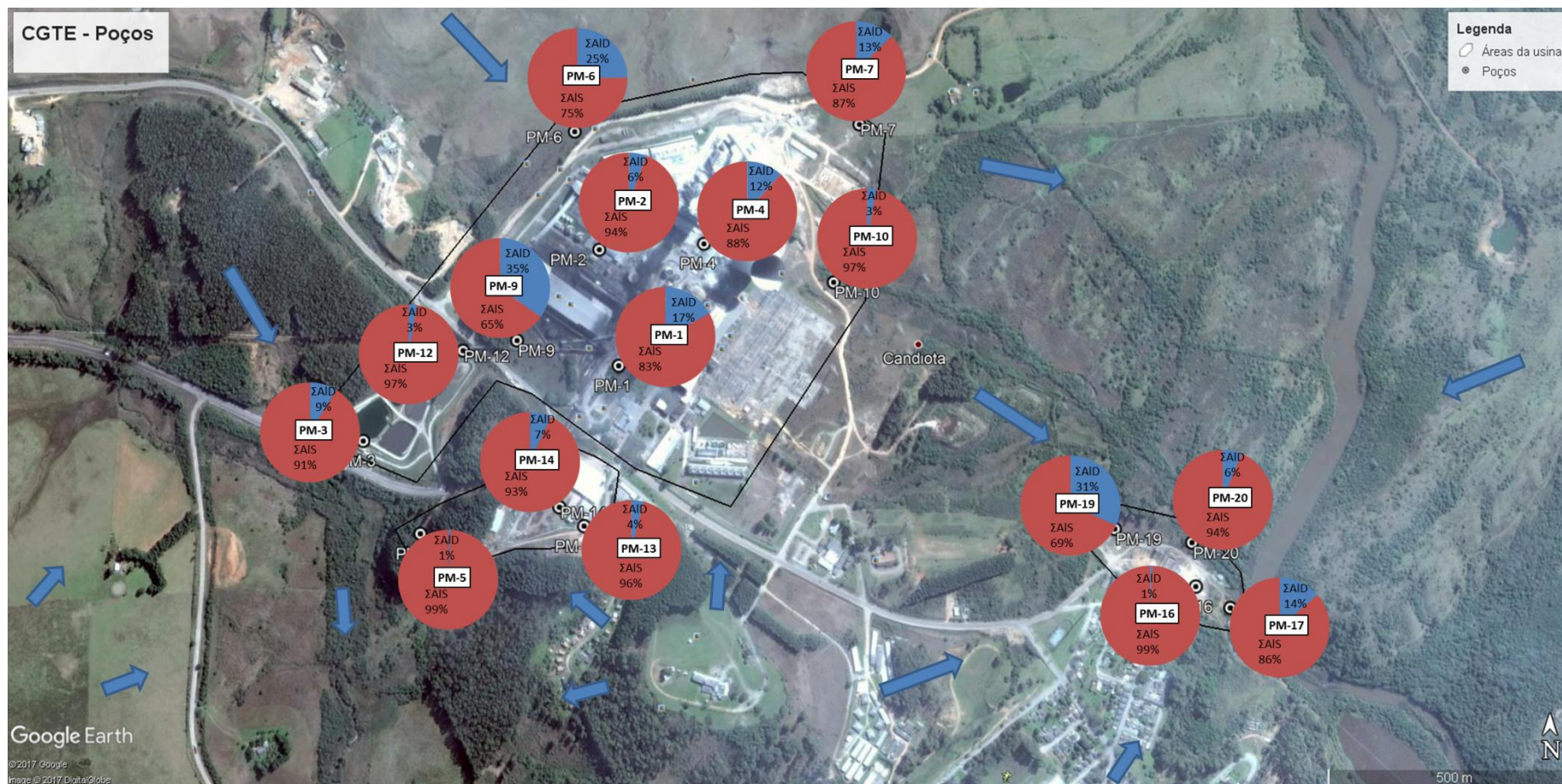
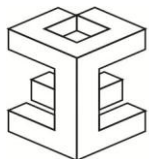


Figura 4.2.16 - Mapa apresentando as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de alumínio particulado (porção vermelha dos diagramas em pizza) e alumínio dissolvido (porção azul dos diagramas em pizza) para cada poço. As setas azuis representam a diferença altimétrica relativa e possível percurso das águas meteóricas e subterrâneas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

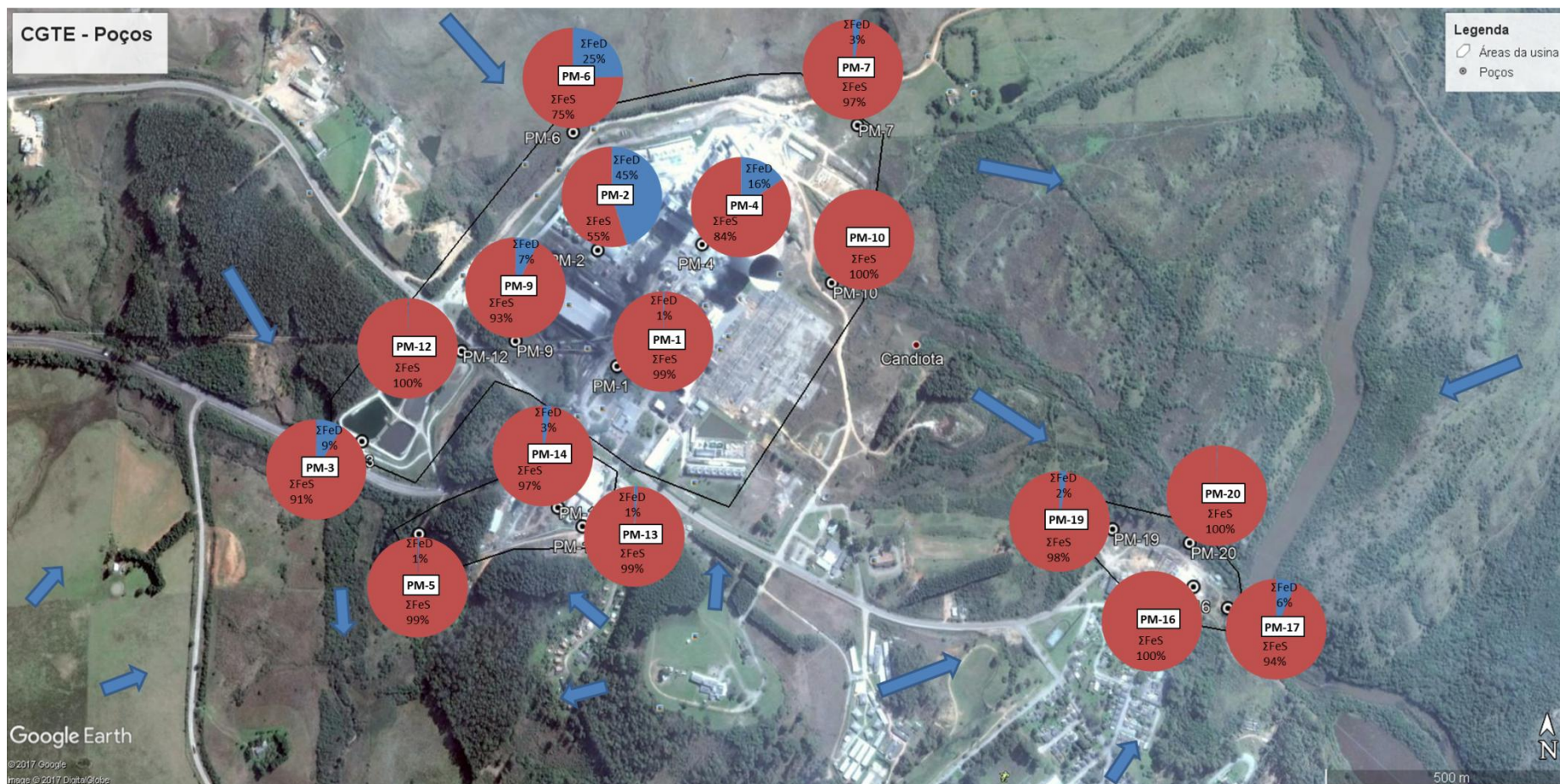
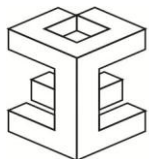


Figura 4.2.17 - Mapa apresentando as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de ferro particulado (porção vermelha dos diagramas em pizza) e ferro dissolvido (porção azul dos diagramas em pizza) para cada poço. As setas azuis representam a diferença altimétrica relativa e possível percurso das águas meteoricas e subterrâneas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

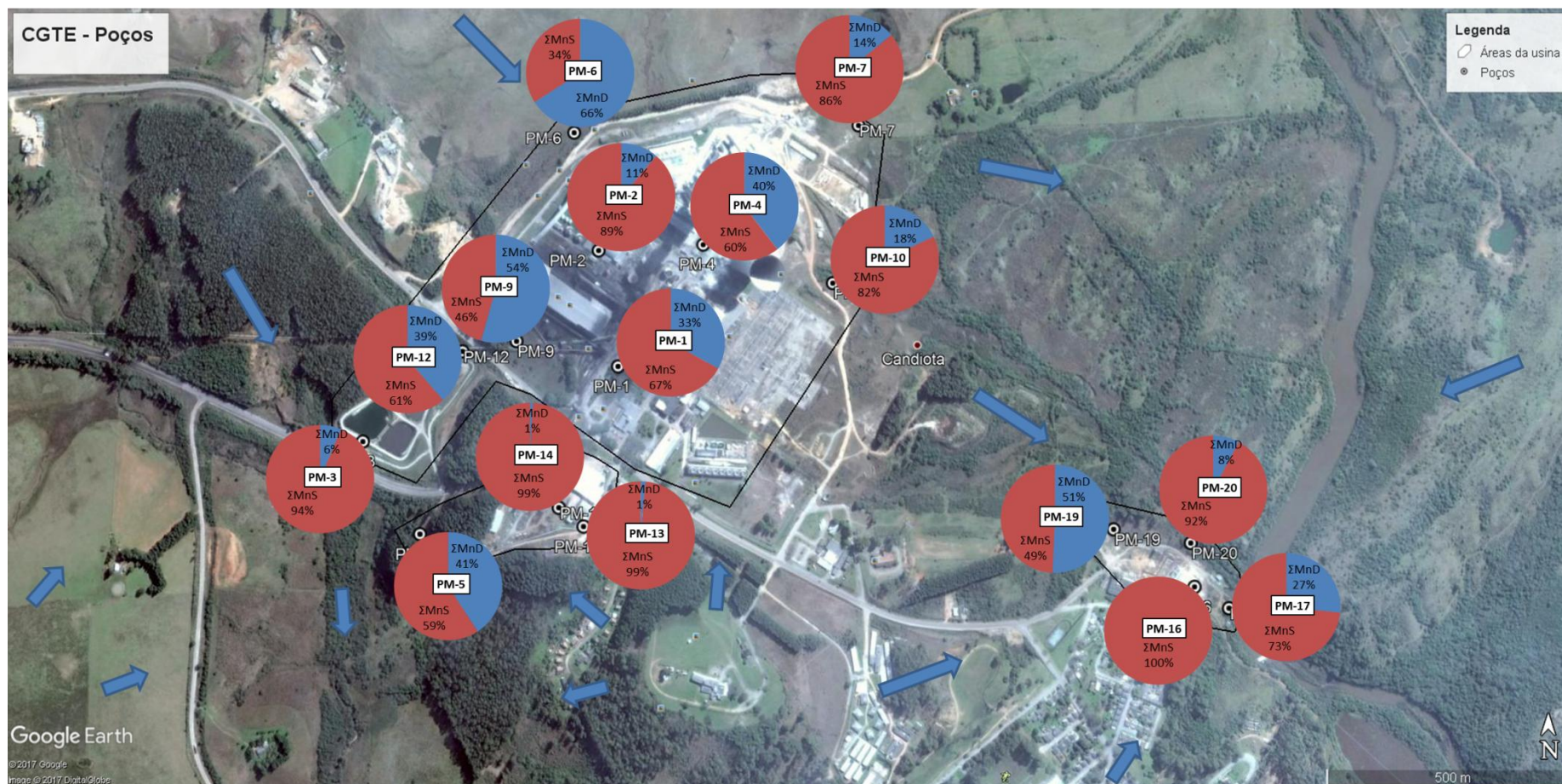


Figura 4.2.18 - Mapa apresentando as relações percentuais da soma dos valores das quatro campanhas de manganês particulado (porção vermelha dos diagramas em pizza) e manganês dissolvido (porção azul dos diagramas em pizza) para cada poço. As setas azuis representam a diferença altimétrica relativa e possível percurso das águas meteóricas e subterrâneas.



Contudo, analisando os mapas e os gráficos com as relações dos metais totais e dissolvidos de Al, pode-se observar uma leve tendência da entrada de metais vindos de noroeste em um contexto geral. Isso se dá devido o registro de altos teores de metais dissolvidos registrados no poço PM-6 (a montante da usina).

A análise dos mapas e gráficos com as relações dos metais totais e dissolvidos de Fe demonstra a forte contribuição do poço PM-2 devido ao registro de altos teores de metais dissolvidos registrados no poço e a alta porcentagem Fe dissolvido em relação ao Fe total. O poço PM-17 pode ter uma contribuição nessa relação oriunda do sistema fluvial próximo ao ponto.

Apesar da análise do mapa das relações dos metais totais e dissolvidos de Mn demonstrar uma alta proporção de Mn dissolvido no poço PM-6, são nos poços PM-4, PM-5 e PM-12 as relações mais importantes devido aos níveis medidos para esses poços e sua extrapolação do limite em todas as campanhas nos já referidos pontos. O poço PM-19 pode estar contribuindo com Mn dissolvido para os poços PM-20 e PM-17, porém não quer dizer que é originário do ponto PM-19, e sim, pode ser uma contribuição de outras áreas carregadas pelos fluxos da água subterrânea. Adicionando os dados de mercúrio os quais não ultrapassam o nível previsto em legislação para metais totais. No entanto, o poço PM-1 durante a quarta campanha amostral apresentou valor acima do recomendado. E o níquel que extrapolou um pouco o limite no poço PM-10 durante a primeira campanha e no poço PM-14 na segunda campanha.

Juntando todos os dados analisados fica evidente que o consumo da água subterrânea se caracteriza imprópria para o consumo humano devido o extrapolamento dos limites legislativos para diversas variáveis estudadas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Conclusões e Recomendações

Assim como nas campanhas de 2016/2017, durante as quatro campanhas amostrais para a anuidade 2017/2018 se observaram a necessidade de restauração e preservação de muitos poços da rede de amostragem de água subterrânea, pois a falta de conservação como a ausência de tampas, por exemplo, expõem ao risco de contaminar tais poços e interferir negativamente a avaliação da qualidade da água. Além disso, podem sofrer influência pluviométrica direta, sem o processo de percolação da água no solo, e assim implicar também em resultados diferentes.

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos revelam a baixa qualidade da água em um aspecto geral, sendo imprópria para o consumo humano no que rege as legislações do CONAMA e do Ministério da Saúde. Assim como no ano anterior, o ponto PM-3 foi o poço com as melhores condições de qualidade de água, porém ainda apresentam índices impróprios para o consumo humano. Porém, os poços PM-13, PM-17 e PM-19 tiveram as piores condições de qualidade de água subterrânea.

A contaminação por coliformes termotolerantes está presente em diversos poços em todas as campanhas amostrais, tendo os níveis mais elevados nos pontos PM-9 e PM-20 apresentando medidas de mais de $200 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$. Contaminação com fenóis totais em diversos poços está bem acima do recomendado em pelo menos uma das campanhas. Os óleos e graxas foram presenciados acima dos limites tolerantes apenas na campanha 4, porém a grande maioria dos poços registrou a presença do contaminante nas amostras. O fósforo total apresentou índices acima dos limites para o consumo humano em quase todos os pontos amostrais em alguma das campanhas. E o oxigênio dissolvido ficou abaixo do limite mínimo estipulado pela legislação em todos os poços de monitoramento em pelo menos uma das campanhas com alguns poços com índices muito ruins.

As variáveis de metais totais que apresentaram em suas medidas valores acima do limite para alguns poços foram: alumínio, arsênio, chumbo, ferro,



manganês e níquel. E os valores das variáveis de metais dissolvidos que ultrapassaram os limites foram: alumínio, chumbo, cobre, ferro, manganês e mercúrio.

Os mapas exibindo as relações dos metais totais e dissolvidos de Al, Fe e Mn, não apresentam uma regularidade específica ou tendência geral para os poços de monitoramento em relação ao tempo. Os metais dissolvidos de Al, Fe e Mn é esporadicamente um problema em alguns poços em que atingem medidas muito elevadas em relação aos limites estabelecidos pela legislação. Adicionando os dados de mercúrio, o qual é raramente presenciado acima dos limites, foi registrado pontualmente a ocorrência do contaminante na forma dissolvida no ponto PM-1.

O chumbo apresentou maiores valores nas áreas do Almoxarifado e Candiota 1, e tiveram uma variação irregular nas concentrações nas campanhas desse ano de pesquisa. Ocorrendo a ocorrência praticamente na fração sólida em suspensão do Pb, e pontualmente em alguns poços a fração dissolvida. Porém, devido à toxicidade do chumbo é importante a constante verificação deste parâmetro.

A continuidade do monitoramento das águas subterrâneas é de grande importância para a região devido ao alto potencial de contaminação das águas devido às atividades realizadas em seu entorno e os diversos usos da bacia hidrográfica.

Assim como sugerido no projeto do ano de 2016/2017 é interessante incluir as análises de Sólidos Totais e Nitrogênio Total nas próximas campanhas de monitoramento, a fim de possibilitar o cálculo de índices de qualidade da água.



Resultados e Considerações para a Toxicidade das Águas Subterrâneas

Ensaio de toxicidade das águas subterrâneas coletadas nos poços de monitoramento presentes na área da Usina Termelétrica Presidente Médici foram realizados nas amostras coletadas nos meses de novembro de 2017 e janeiro, abril e julho de 2018. Foram realizados ensaios buscando identificar a presença de toxicidade crônica nas amostras coletadas nos poços de monitoramento (Tabela 4.2.20). Para os ensaios realizados com peixes (*P. promelas*) e microcrustáceos (*C. dubia*) os métodos determinam que, caso seja observada mortalidade dos organismos-teste nas primeiras 48 de exposição, esse efeito deve ser considerado como toxicidade aguda, e assim reportado. No caso dos ensaios com algas, foi considerado como toxicidade aguda quando houve inibição total no desenvolvimento das algas, após o período de exposição às amostras previsto na metodologia.

Tabela 4.2.20 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de toxicidade realizados nas amostras de águas subterrâneas nas campanhas Nov/2017 a Jul/2018.

PARÂMETRO	METODOLOGIA/ REFERÊNCIA
Toxicidade crônica com o peixe <i>Pimephales promelas</i>	ABNT NBR 15499/2015
Toxicidade crônica com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	ABNT NBR 13373/2016
Toxicidade crônica com a alga <i>Pseudokirchneriella subcaptata</i>	ABNT NBR 12648/2011

Os resultados das análises ecotoxicológicas realizadas estão apresentados na tabela 4.2.21. Assim como nos anos anteriores, os resultados de toxicidade das amostras destes poços indicam uma maior incidência de efeitos observados para a alga *P. subcaptata*. Não pode ser descartada uma possível interferência que compostos naturais do ambiente podem causar sobre os ensaios com este organismo-teste. O manganês, ao oxidar, tem potencial para arrastar nutrientes presentes no meio. Este arraste pode



ocorrer com os nutrientes acrescentados durante o ensaio e utilizados para garantir o crescimento das algas. Uma redução significativa no crescimento das algas é interpretada como efeito tóxico.

As amostras coletadas nos poços de monitoramento PM2, PM 3, PM 4, PM 12, PM 16 e PM 19, contudo, apresentaram inibição total no desenvolvimento das algas, caracterizando como presença de toxicidade aguda em, pelo menos, 50% das campanhas. Esse grau mais elevado na toxicidade destas amostras pode ser considerado como além da capacidade de interferência sobre o método. Comparando-se com as 4 campanhas realizadas no ano anterior (2016-2017) houve repetição desta mesma condição para os poços de monitoramento PM 3, PM 4, PM 12 e PM 19, reforçando a baixa qualidade da água destes poços.

Não é possível, aqui, identificar a origem da toxicidade nas águas subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici. Contudo, cabe ressaltar que os poços acima listados, os quais apresentaram a maior intensidade e frequência de toxicidade, estão entre aqueles que apresentam os valores mais elevados de condutividade elétrica ($> 450\mu\text{S}$).

Os gráficos da figura 4.2.19 permitem uma observação geral dos efeitos inibitórios das amostras de águas subterrâneas da área de estudo sobre os organismos-teste utilizados no monitoramento. Lembrando que nestes gráficos são considerados todos os efeitos deletérios sobre os organismos, não apenas aqueles estatisticamente significativos. Os dados indicam uma incidência maior de efeitos deletérios nos poços de monitoramento PM 1, PM 2, PM 3, PM 4, PM 5, PM 6 e PM 7, além de uma redução na qualidade das águas subterrâneas nas amostras coletadas em julho/2018, principalmente pela maior frequência de efeitos crônicos para peixes.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.2.21 - Resultados das análises ecotoxicológicas realizadas nas amostras coletas nos poços de monitoramento nas campanhas realizadas de Nov/2017 a Jul/2018 nos poços de monitoramento presentes na área da Usina Termelétrica Presidente Médici e escala de condutividade elétrica média dos poços.

Poços de Monitoramento		Peixe <i>P. promelas</i>				Microcrustáceo <i>C. dubia</i>				Alga <i>P. subcaptata</i>			
	Cond.	11/17	01/18	04/18	07/18	11/17	01/18	04/18	07/18	11/17	01/18	04/18	07/18
PM 01		NE	NE	NE	TC	TC	NE	NE	NE	TA	TC	TC	NE
PM 02		-	-	-	-	NE	NE	NE	NE	TC	TA	TC	TA
PM 03		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	NE	TA	TC	TC	TA
PM 04		NE	NE	NE	TC	NE	NE	TA	NE	TA	TA	TA	TA
PM 05		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	NE	TC	TC	TC	NE
PM 06		NE	NE	NE	TC	NE	NE	TC	TC	TC	NE	TC	NE
PM 07		NE	NE	NE	TC	NE	NE	TA	TC	TC	TC	TC	NE
PM 08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM 09		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	NE	TC	TC	TC	NE
PM 10		NE	NE	NE	TC	TC	NE	NE	TC	TA	TC	NE	NE
PM 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM 12		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	TA	TA	TA	TA
PM 13		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	NE	TC	TC	NE	NE
PM 14		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	TA	TA	TC	NE	NE
PM 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM 16		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	TA	TA	TC	NE
PM 17		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	TC	TC	NE	TA
PM 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM 19		NE	NE	NE	TC	TC	TC	NE	NE	TA	TA	TA	NE
PM 20		NE	NE	NE	TC	NE	NE	NE	NE	TC	TC	TC	NE

TA Toxicidade Aguda

TC Toxicidade Crônica

Nenhum Efeito

Cond. > 450µS

Cond. 150 µS a 450µS

Cond. < 150µS



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

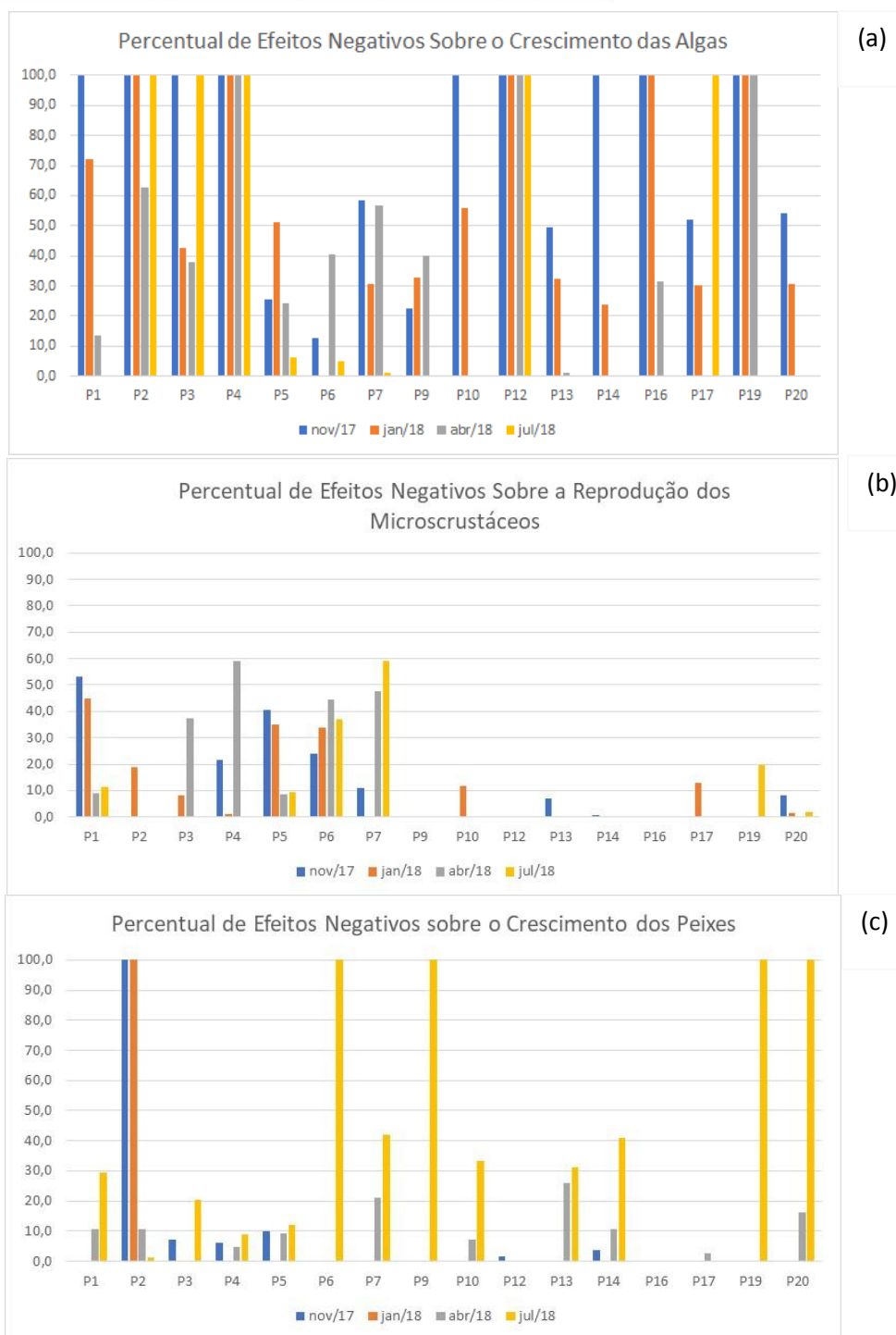


Figura 4.2.19 - Diferenças entre os percentuais de efeitos deletérios observados em cada uma amostras de Poços de Monitoramento coletadas ao longo das campanhas de Novembro/2017, Janeiro/2018, Abril/2018 e Julho/2018, em relação aos grupos controles nos ensaios de toxicidade crônica com (a) algas, (b) microcrustáceos e (c) peixes.



Referencias Bibliograficas

- ABNT NBR 12713:2016, Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera).
- ABNT NBR 15088:2011, Toxicidade aguda - Método de ensaio com peixes.
- ABNT NBR 15470:2013, Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com *Hyalella* spp (Amphipoda) em sedimentos.
- ABNT, 2011 NBR 12648, Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). Ensaio de Crescimento Algáceo com *Pseudokirchneriella subcapitata* (*Selenastrum capricornutum*) ou *Scenedesmus subspicatus*.
- ABNT, 2015. NBR 15499, Toxicidade crônica de curta duração - Método de ensaio com peixes. Ensaio de Toxicidade Crônica com *Pimephales promelas*.
- ABNT, 2016. NBR 13373, Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).
- Allen S.K., Allen J.M., Lucas S. 1996. Concentration of contaminants in surface water samples collected in westcentral Indiana impacted by acid mine drainage. *Environ. Geol.*, 27:34-37.
- Banks D., Younger P.L., Arnesen R., Iversen E.R., Banks S. 1997. Mine-water chemistry: the good, the bad and the ugly. *Environ. Geol.*, 32:157-174.
- Brackish Waters as a Factor in Development (edited by A. Issar), pp. 15-24. Desert Research Inst., Ben
- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. 2004. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Disponível em http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf. Acessado em 26 set 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2008. Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acessado em 18 jun 2008.
- CETESB, 2007. Procedimento para estabelecer e utilizar os valores orientadores para solo e água subterrânea. São Paulo-SP.
- Chow V.T. 1964. Handbook of applied hydrology. New York, McGraw-Hill, 1400p.
- Chow, Ven Te (1964) 'Runoff' Section 14. In: Handbook of Applied Hydrology (edited by V. T. Chow). McGraw Hill Co.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Projeto Grande Candiota Bloco Sul de Candiota, Arroio dos Vimes: relatório final de pesquisa, áreas RS-15, RS-16, RS-17, RS-18, RS-19, RS-20, RS-21, RS-22, RS-23, RS-24 e RS-25. Porto Alegre: CPRM, 1987. 2 v.
- COMPANHIA RIOGRANDENSE DE MINERAÇÃO (CRM) 2008. Carvão, Jazida de Candiota. Disponível em http://www.crm.gov.br/hypervisual/carvao/carvao_candiota.php?secao=carvao. Acessado em 25 out 2008.
- Cosmochim. Acta, 38, 1117-1131.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: sistema de informações geográficas - SIG = Geological map of Brasil 1:1.000.000 scale : geographic information system - GIS 2004 edition: folha SH.22 Porto Alegre. Brasília: CPRM, 2004. CD 40/41. 41 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil. ISBN 85-7499-009-4.



- Craig, H. (1961) Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, 33, 1702-1703.
- Daemon R.F. & Marques-Toigo M. 1991. An integrated biostratigraphic column for the Paraná Basin, Brazil. In: *International Congress of Carboniferous-Permian Stratigraphy and Geology*, 12, Buenos Aires, Resumos, p.25.
- Dethier, David P. (1979) Atmospheric contributions to stream water chemistry in the North Cascade
- Deutsch W.J. 1997. *Groundwater Geochemistry: fundamentals and applications to contamination*. New York, Lewis, 221p.
- Dincer, T., Al-Mughrin & Zimmerman, U. (1974) Study of the infiltration and recharge through the sand dunes in arid zones with special reference to the stable isotopes and thermonuclear tritium. *J. Hydrol.* 23, 79-109.
- Eriksson, E. & Khunakasem, V. (1969) Chloride concentration in groundwater, recharge rate and rate of deposition of chloride in the Israel Coastal Plain. *J. Hydrol.* 7, 178-197.
- Eriksson, G. & Khunakasem, V. (1968) The chemistry of groundwaters. In: *Groundwater Problems* (edited by G. Eriksson, Y. Gustafsson and T. Nilsson), pp. 89-121. Pergamon Press, Oxford.
- Eugster, H.P. & Hardie, L.A. (1978) 'Saline Lakes'. In: *Lakes: Chemistry, Geology. Physics* (edited by A. Lerman), pp. 237-294. Springer Verlag, Berlin.
- Fernandes L.F.D., Tommasi A., Porcher C.C., Menegat R., Koester E. 1993. Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu: caracterização e importância na compartimentação tectônica do Cinturão Dom Feliciano. *Rev. Bras. Geoc.*, 23:1-10.
- Fiedler H. & Solari J. 1988. Caracterização do impacto ambiental da mina de Candiota sobre as águas superficiais da região. In: *Encontro Nacional de Tratamento de Minérios de Hidrometalurgia*, São Paulo, Anais, 13:483-498.
- Fiedler H.D. 1987. Caracterização do carvão em Candiota e implicações ambientais do seu processamento. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 156p.
- Garrels R.M. & Thompson M.E. 1960. Oxidation of pyrite by iron sulfate solutions. *Am. J. Sci.*, 259:57-67.
- Garrels, R.M. & Mackenzie, F.T. (1967) Origin of the chemical compositions of some springs and lakes. In: *Equilibrium Concepts in Natural Waters Systems*, pp. 222-242. ACS.
- Garrels, R.M. (1976) A survey of low temperature water-mineral relations. In: *Interpretation of Environmental*
- Gat, J.R. & Issar, A. (1974) Desert isotope hydrology: water sources of the Sinai Desert. *Geochim.*
- Gat, J.R. & Naor, H. (1979) The relationship between salinity and the recharge/discharge mechanism in arid lowlands. In: *The Hydrology of Areas of Low Precipitation (Proceedings of the Canberra Symposium, December 1979)*, 307-312. IAHS Publ. No. 128.
- Gat, J.R. & Tzur, Y. (1967) Modification of the isotope composition of rainwater by processes which occur before groundwater recharge. In: *Isotopes in Hydrology*, pp. 49-60. IAEA, Vienna.



- Gat, J.R. (1975) Elucidating salination mechanisms by stable isotope tracing of water sources. In:
- Gat, J.R. (1977) The water potential of the arid zone. Ann. N. Y. Acad. Sci. 300, 33-39.
- Gibbs, H.J. (1970) Mechanism controlling world water chemistry. Science, 70, 1088-1090.
- Goldschmidt, M.J. & Jacobs, M. (1958) Precipitation over and replenishment of the Yarkon and Nahal-Hataninim Underground Catchments. Hydrol. Paper No. 3, Hydrological Service, Jerusalem.
- Goni J.C., Goso H., Issler R.S. 1962. Estratigrafia e Geologia econômica do Pré-cambriano e Eo-paleozóico uruguaio e sul-riograndense. Boletim da Escola de Geologia, UFRGS, 3:1-105.
- Graf, D.L., Friedman, I. & Meents, W.F. (1965) The origin of saline formation waters. II. Isotopic fractionation by shale micropore systems. Illinois Geol. Surv. Circ. 393, 1-32.
- Gurion University of the Negev, Beersheva.
- Hellwig, D.R. (1973) Evaporation of water from sand. The loss of water into the atmosphere from a sandy river bed under arid conditions. /. Hydrol. 18, 305-316.
- Hellwig, D.R. (1974) Evaporation of water from sand. 5. The effect of evaporation on the concentration of salts dissolved in water stored in sand. J. Hydrol. 21, 101-110.
- Holz M. 1999. Early Permian sequence stratigraphy and the palaeophysiographic evolution of the Paraná Basin in southernmost Brazil. J. African Earth Sci., 29:51-61. Holz M., Kalkreuth W., Banerjee I. 2002. Sequence stratigraphy of paralic coal-bearing strata: an overview. Int. J. Coal Geol., 48:147-179.
- Hvorslev M. 1951. Time lag and soil permeability in groundwater observations. Bull. U. S. Army Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, 36:50.
- Inmet, Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>
- Isotope and Hydrochemical Data in Groundwater Hydrology. IAEA, Vienna, 65-84. Surface and subsurface water relationship 267
- Junge, Ch. (1963) Air chemistry and Radioactivity. Academic Press, N.Y.
- Ketzer J.M., Holz M., Morad S., Al-Aasm S. 2003. Sequence stratigraphic distribution alterations in coal-bearing, paralic sandstones: evidence from the Rio Bonito Formation (early Permian), southern Brazil. Sedimentology, 50:855-877.
- Kheonevromme, I. & Garner, L.R. (1979) Dissolved iron: an indicator of the groundwater componente of small streams tracing a granite terrain, Southern Carolina. Wat. Resour. Res. 15, 15-20.
- Kim J.Y. & Chon H.T. 2001. Pollution of a water course impacted by acid mine drainage in the Imgok creek of the Gangreung coal field, Korea. Appl. Geochem., 16:1387- 1396.
- LEVIN, M., GAT, J.R. & ISSAR, A. (1980) Precipitation, floods and groundwaters of the Negev Highland:an isotopic study of desert



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

- hydrology. In: Isotopic Methods in Arid Zone Hydrology. IAEA, Vienna. In press.
- Machado J.F.L. 1985. Mineração de carvão: contaminação e vulnerabilidade dos mananciais. In: Simpósio Sul-brasileiro de Geologia, 2, Florianópolis, Boletim de Resumos Expandidos, 1:539-553.
- Machado J.L.F., Peruffo N., Luna J.E.S. 1984. Projeto de Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrente da Extração do Carvão Mineral. Relatório Final, Porto Alegre, CPRM, 301p.
- MACHADO, José Luiz Flores; FREITAS, Marcos Alexandre de. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005. 1 CD-ROM Escala 1:750.000.
- MAGARITZ, M. & AMIEL, A.J. (1980) Calcium carbonate in a calcareous soil from the Jordan Valley, Israel: its origin as revealed by the stable isotope method. Soil Soc. Am. J. (in press.) Pearson, F.J. & Swarzenski, W.T. (1974) ¹⁴C evidence for the origin of arid region groundwaters, Northeastern Province Kenya. Isotope Techniques in Groundwater Hydrology, II, 95-108, IAEA, Vienna.
- Martins A.F. & Zanella R. 1987. Análise de águas de superfície e de profundidade da região de Candiota, RS: determinação da concentração de elementos traços de relevância ambiental, elementos menores e macroelementos. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 1, Porto Alegre, Anais, 2:217-223.
- MENEZES F^o, N. R. Projeto Grande Candiota – Áreas de Hulha Negra, Tupi Silveira e Pedras Altas: sul de Candiota. Porto Alegre: CPRM, 1982. 1 mapa 60 x 60 m, escala 1:50.000.
- MENEZES J.R.C. 1994. Estratigrafia de seqüências em dados de sondagem: aplicação ao permiano da Bacia do Paraná na região de Candiota (RS). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 124 p. MILANI, E.J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. 1997. 2 V. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- Migliavacca D.M. 2001. Estudo da precipitação atmosférica na região de Candiota, RS. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 131p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE PORTARIA N.º 1469, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.
- Paktunc D. 1999. Mineralogical constraints on the determination of neutralization potential and prediction of acid mine drainage. Environ. Geol., 39:103-112.
- Pinder, G.F. & Jones, J.F. (1969) Determination of the groundwater component of peak discharge from the chemistry of total runoff. Wat. Resour. Res. 5, 438-445.
- Range, Washington. Wat. Resour. Res. 15, 787-794.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

- enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA no 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.
- Salomons, W. & Mook, W.G. (1976) Isotope geochemistry of carbonate dissolution and precipitation in soils. *Soil Sci.* 122,15-24.
- Schmorak, S. & Mercado, A. (1969) *Wat. Resour. Res.* 5, 1290-1311.
- Schöeller, H. (1959) *Arid zone hydrology: recent developments.* UNESCO Series on Arid Zone Research, No. 12, Paris.
- SILVEIRA, M. C. de M. Aspectos hidrogeológicos e hidrogeoquímicos do Aquífero Rio Bonito na Região de Candiota - RS. / - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2007. [100 f]. il. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia.
- Skibilzke, H., Brown, R.H. & Harshbarger, J. (1963) Water and its use. In: *Aridity and Man.* Publ. 74, AAAS, 145-171.
- Sklash, M.G., Farvolden, R.N. & Fritz, P. (1976) A conceptional model of watershed response to rainfall, developed through the use of oxygen-18 as a natural tracer. *Can. J. Earth Sci.* 13, 271-283.
- Slatyer, R.O. & Mabbutt, J.A. (1964) Hydrology of arid and semi-arid regions. In: *Handbook of Applied Hydrology* (edited by V. T. Chow), pp. 24.1-24.46, McGraw Hill Co.
- Streck C.D. 2001. Estudo da qualidade das águas superficiais e estimativa dos fluxos de elementos-traço na região de Candiota, RS. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 159p.
- SURFER 2002. SURFER 8.0: Contouring and 3D surfasse mapping for scientists and engineers. New York, Golden Software Inc. 640p.
- Stumm, W. & Morgan, J.T. (1970) The acquisition of solutes. Chapter 8.2. In: *Aquatic Chemistry*, Wiley-Interscience.
- Sugawara, K. (1967) Migration of elements through phases of the hydrosphere and atmosphere. In: *Chemistry of the Earth's Crust*, vol. 2 (edited by A. P. Vinogradov), pp. 501-510. Israel Program for Scientific Translations.
- TESSARI, R. I.; GIFFONI, L. E. Geologia da Região Piratini Pinheiro Machado Bagé, Rio Grande do Sul. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, n. 246, p.103-122, 1970.
- USEPA – U.S. Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Standards. 2009. Disponível em: <www.epa.gov/safewater>. Acesso em: 29 jul. 2009.
- Verhagen, B.T., Mazor, E. & Sellschop, J. (1974) Radiocarbon and tritium evidence for direct rain recharge to groundwaters in the northern Kalahari. *Nature*, 249, 643-644.
- White, D. (1965) Saline waters of sedimentary rocks in fluids in subsurface environments (edited by M. R. Galley and A. Young). *Mem. Am. Ass. Petrol.* 4, 342-366.
- WHO - World Health Organization. Guidelines for drinking - water quality. 3^o ed. Geneva: WHO, 2006. Disponível em:



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

<http://www.who.int/water_sanitation_health >. Acesso em: 12 jan. 2007.

- Williams E.G., Rose A.W., Parizek R.R., Waters S.A. 1982. Factors controlling the generation of acid mine drainage. Final Report on United States Bureau of Mines Research Grant N. G5105086, Pennsylvania, University Park, 265p.
- Wolery T.J. & Daveler S.A. 1992. EQ3/6, A Computer Program for Reaction Path Modeling of Aqueous Geochemical Systems: Theoretical Manual, User's Guide, and Related Documentation (Version 7.0). Livermore, University of California, 246p.
- Yaalon, D. (1964) Downward movement and distribution of anions in soil profiles with limited wetting: In Proc. 11th Easter School in Agricultural Sciences, Nottingham University, pp. 157-164.
- Zalan P.V., Wolff S., Astolfi M.A.M., Santos V.I., Conceição J.C.J., Appi V.T., Neto E.V.S., Cerqueira J.R., Marques A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. In: Leighton M.W., Kolata D.R., Oltz D.F., Eidel J.J. (eds.) Interior cratonic basins. Tulsa, AAPG Memoir, 51:681-708.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS DO ARROIO CANDIOTA.

Introdução

O presente relato reúne os dados sobre os sedimentos, obtidos nas campanhas amostrais, a partir de novembro de 2017 a julho de 2018, perfazendo um total de quatro campanhas amostrais, apresenta-se em um formato de documento que favorece os paradigmas existentes sobre o assunto e a discussão dos dados obtidos.

A primeira campanha amostral (AI) realizada em novembro de 2016, a segunda Campanha amostral AJ, realizada em janeiro de 2018, a terceira campanha AK, realizada em abril de 2018 e a quarta campanha AL, realizada em julho de 2018.

Os relatórios parciais de cada uma das campanhas amostrais, foram encaminhados apresentando os resultados obtidos, de forma escrita a CGTEE e acompanhadas de arquivo em mídia, como reza o contrato celebrado entre a Fundação Luiz Englert da UFRGS e a CGTEE.

Este estudo foi conduzido especificamente para avaliar o nível de contaminação dos elementos químicos em amostras de sedimentos do Arroio Candiota que, indiretamente, representa a qualidade geral do Arroio.

As amostras de sedimentos foram coletadas em quatro campanhas amostrais, utilizando um amostrador do tipo Corer, favorecendo a extração do primeiro cm da camada sedimentar, que é a camada ativa do Arroio.

O conteúdo total de Al, Fe, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, e Zn foram medidos e a partir daí foram analisados dentro do contexto da área seu desenvolvimento e seus multiusos.



A contaminação por metais em sedimentos de ambientes aquáticos tem recebido enorme atenção devido à sua toxicidade, abundância e persistência no sistema ambiental bem como a sua subsequente acumulação em habitats aquáticos. Resíduos destes elementos químicos em habitats contaminados podem vir a se acumular em microrganismos, flora e fauna aquáticas, que, por sua vez, podem vir a ingressar na cadeia alimentar humana e resultar em problemas de saúde.

Metais pesados descarregados em um sistema fluvial por meio de fontes de recursos naturais ou antropogênicos durante o seu transporte são distribuídas entre a fase aquosa e os sedimentos do leito fluvial. E devido a adsorção, hidrólise e co-precipitação apenas uma pequena porção de íons livres destes elementos permanecem dissolvidos na água e uma grande quantidade deles são depositados e incorporados aos sedimentos nos leitos destes corpos hídricos.

Os sedimentos são componentes ecologicamente importantes do ambiente aquático. Constituem-se em habitat e também são um reservatório de contaminantes, que desempenham um papel na manutenção do estado trófico de qualquer corpo de água, podendo desempenhar uma função de “bomba química de tempo”.

As medições de poluentes na água só não são conclusivas devido a flutuações de descarga de água e o baixo tempo de residência. Isso vale para o material em suspensão.

O estudo do sedimento desempenha um papel importante, pois eles têm um longo tempo de permanência. Os sedimentos fluviais, portanto, são fontes importantes para a avaliação de contaminação humana nos rios. Os sedimentos, do leito fluvial, não só agem como portadores de contaminantes, mas também como potencial fonte secundária de contaminantes no sistema aquático. Portanto, a análise de sedimentos fluviais é um método útil para estudar a contaminação e ou poluição destes elementos na Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota.



O Arroio Candiota é o corpo hídrico mais importante na área de geração de termoeletricidade em Candiota, Rio Grande do Sul. Além de receber os efluentes líquidos, tratados, da térmica, também registra todo o desenvolvimento de uma bacia hidrográfica multiusos. Muitos estudos têm sido realizados por ocasião deste programa de monitoramento ambiental da área de influência da atividade de termoeletricidade, financiados pela CGTEE, desde 2004.

Relata-se no presente documento as análises desenvolvidas nas amostras sedimentares de calha fluvial em oito locais de amostragens, tomadas em novembro de 2017 a julho de 2018 com atenção na distribuição destes elementos em sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota. Ações executadas dentro do âmbito da monitorização regular do Arroio Candiota durante um período de um ano em diferentes locais distribuídos ao longo do trecho de calha do arroio. Estes resultados deverão serem encaminhados ao IBAMA e que se somarão aos outros levantamentos que vem sendo realizados sistematicamente.

Os objetivos deste estudo foram:

- (i) determinar as distribuições temporais de metais e metalóide em sedimentos superficiais do Arroio Candiota;
- (ii) definir as condições naturais e / ou antropogênicas as possíveis fontes desses elementos usando técnicas estatísticas multivariadas;
- (iii) explorar o grau de contaminação por esses elementos no arroio utilizando os índices de índices de contaminação;
- (iv) avaliar os riscos ambientais estes metais na área de estudo em comparação com a qualidade dos sedimentos diretrizes (SQGs).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Locais de amostragem

Os locais de amostragens são aqueles da avaliação dos indicadores aquáticos mencionados no início do documento. Oito locais previamente estabelecidos na calha fluvial do Arroio Candiota.

A tomada de amostras dos sedimentos foi sinótica com a tomada de amostras para a qualidade da água superficial, os organismos bentônicos, o plâncton, o perifíton e os organismos bentônicos.

A numeração é o número do local, indica a coordenada apresentada no início do relatório para o compartimento aquático. As amostras dos sedimentos foram numeradas de acordo com o local de amostragem seguido de um sufixo alfabético, que indica a campanha amostral. A amostra 1AI, significa a amostra tomada no local 1 na campanha amostral de novembro de 2017. Já, que AI (campanha amostral de novembro de 2017), AJ (campanha amostral de janeiro de 2018), AK (campanha amostral abril de 2018) e AL (campanha amostral de julho de 2018).

Coleção de amostras

Amostras de sedimentos superficiais foram coletadas em intervalos trimensais entre novembro de 2017 e julho de 2018. As amostras coletadas de cada local foram tomadas usando um testemunhador do tipo corer e o primeiro centímetro amostrado. Após a amostragem, as amostras de sedimento foram seladas em sacos de polietileno, colocados em uma refrigeração, de campo com camadas de gelo a 4°C, e transportados para o laboratório imediatamente para análise posterior.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Métodos analíticos

Os métodos utilizados pelo laboratório responsável pelas análises foram aqueles recomendados pela E.P.A americana e estão listados na tabela 4.3.1.

Os laudos das análises realizadas estão em anexo.

Tabela 4.3.1- Apresentam-se os métodos analíticos utilizados para obter as concentrações dos elementos químicos medidos neste estudo.

Parâmetro	Unidade	Metodologia	LOQ
Alumínio	mg/kg	EPA 3050/6010C	4
Alumínio total	mg/kg	EPA 3052/6010C	4
Arsênio	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Arsênio total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8
Cádmio	mg/kg	EPA 3050/6010C	0,5
Cádmio total	mg/kg	EPA 3052/GFAA	0,08
Chumbo	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Chumbo total	mg/kg	EPA 3052/GFAA	1,7
Cobre	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Cobre total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8
Cromo	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Cromo total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8
Ferro	mg/kg	EPA 7380	20
Ferro total	mg/kg	EPA 3052/6010C	4
Manganês	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Manganês total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8
Matéria orgânica	%	Combustão úmida	0,5
Mercúrio	mg/kg	EPA 7471B	0,15
Mercúrio total	mg/kg	EPA 3052/7471A	0,15
Níquel	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Níquel total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8
pH em água (1:1)	---	Eletrometria	0,01
Zinco	mg/kg	EPA 3050/6010C	2,5
Zinco total	mg/kg	EPA 3052/6010C	8

Avaliação da Contaminação de Sedimentos

Na interpretação de dados geoquímicos, a escolha de valores de Background desempenha um papel importante. Muitos autores utilizaram os valores médios de xisto ou os dados médios da abundância crustal como referência linhas de base, utiliza-se neste estudo. Mas além destas, outras



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

alternativas, foram utilizadas para buscar uma melhor informação sobre os resultados obtidos.

Outra alternativa utilizada aqui é a comparação com os valores de "Background" considerados para valores médios dos sedimentos do planeta. Outra alternativa é a utilização do fator Clarke, a abundância média de um elemento na crosta terrestre, também foi utilizada como nível de base ou "background" de comparação, tabela 4.3.2.

Outros níveis de base utilizados são os valores de várias concepções quanto a valores que podem induzir a efeitos na biota. Cada concepção apresenta um valor denominado de "treshold", isto é, um valor em que os bioensaios apontam este valor como limite a partir do qual pode-se esperar algum efeito na biota e um segundo valor que representa um valor acima do qual certamente haverá efeitos severos na biota. As concepções estão na tabela 4.3.3.

Tabela 4.3.2 – Níveis de base praticados em todo o mundo, Valores atribuídos a crosta terrestre, aos sedimentos no planeta e ao Fator Clarke.

Elementos	Background	Background	Background	Background
Estudados	Crosta Terrestre	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
Al(%)	8,2	7,2	8,36	8,8
As(ppm)	1,5	7,7	1,8	1,3
Cd(ppm)	0,11	0,17	0,16	0,22
Pb(ppm)	14	19	13	23
Cu(ppm)	50	33	68	39
Cr(ppm)	100	72	12	90
Fe(%)	4,1	4,1	6,2	4,8
Mn(ppm)	950	770	1060	850
Hg(ppm)	0,05	0,19	0,08	0,18
Ni(ppm)	80	52	99	68
Zn(ppm)	75	95	76	120



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.3 - Estas são as quatro concepções de “benchmarks” (SQGs) para sedimentos utilizadas neste estudo. Sendo que o primeiro valor sempre é o valor abaixo do qual não efeito sobre a biota, acima do qual pode ser percebido algum tipo de efeito na biota. O segundo valor de cada concepção é um valor que determina que acima do qual efeitos severos na biota certamente serão percebidos inclusive a sua letalidade.

Elementos Estudados	Concepções dos limites em há prejuizo biologico as comunidades							
	TEC	PEC	LEL	SEL	ERL	ERM	TEL	PEL
Al (%)								
As (ppm)	9,8	33	6	33	8,2	70	5,9	17
Cd (ppm)	0,99	5	0,6	10	1,2	9,6	0,6	3,5
Pb (ppm)	36	130	31	250	46,7	218	35	91,3
Cu (ppm)	32	150	16	110	34	270	35,7	197
Cr (ppm)	43,4	110	26	110	81	370	37,3	90
Fe (%)	2	4	2	4				
Mn (ppm)	460	1100	460	1100				
Hg (ppm)	0,18	1,1	0,2	2	0,15	0,71	0,17	0,486
Ni (ppm)	23	49	16	75	20,9	51,6	18	36
Zn (ppm)	120	460	120	820	150	410	123	31,5

Estas duas tabelas estabelecem então os níveis de base utilizados neste estudo. Constituem os valores de referenciais, os “backgrounds” (os valores médios da crosta, o Clarke e por último os valores de Xisto médios publicados por Turenkian e Wedepohl, 1961; Bowen, 1979).

Fator de Contaminação (CF)

O CF é a razão obtida dividindo a concentração de cada metal no sedimento pela linha de base ou valor de fundo (concentração em sedimentos não contaminados):

$$CF = \frac{C_{\text{heavy metal}}}{C_{\text{background}}} \quad (1)$$

Os valores de CF foram interpretados como sugerido por Hakanson, 1980, onde:

CF < 1 indica baixa contaminação;

1 < CF < 3 é moderado contaminação;

3 < CF < 6 é contaminação considerável; e

CF > 6 é uma contaminação muito alta.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Índice de carga de poluição (PLI)

Para todo o local de amostragem, o PLI foi determinado como a enésima raiz do produto do CFn:

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots \times CF_n)^{1/n} \quad (2)$$

Este índice empírico fornece um meio simples e comparativo para avaliar o nível de poluição causada por metais pesados. Quando $PLI > 1$, significa que existe uma poluição; caso contrário, se $PLI < 1$, não há poluição por metais [20]

Índice de geoacumulação (Igeo)

O índice de geoacumulação (Igeo) é definido pelos seguintes equação:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1.5B_n} \right) \quad (3)$$

Onde:

Cn é a concentração de metais examinados em amostras de sedimentos;

Bn é a concentração de "background" geoquímico do metal (n);

O fator 1.5 é o fator de correção da matriz de fundo devido aos efeitos litosférico.

O índice de geoacumulação consiste de sete classes.

Classe 0 (praticamente não poluída): $I_{geo} \leq 0$;

Classe 1 (não poluído a moderadamente poluído): $0 < I_{geo} < 1$;

Classe 2 (moderadamente poluído): $1 < I_{geo} < 2$;

Classe 3 (moderadamente a fortemente poluído): $2 < I_{geo} < 3$;

Classe 4 (altamente poluída): $3 < I_{geo} < 4$;

Classe 5 (extremamente a extremamente poluído): $4 < I_{geo} < 5$;

Classe 6 (extremamente poluído): $5 > I_{geo}$.



Fator de enriquecimento (EF)

O fator de enriquecimento (EF) é uma ferramenta útil na determinação do grau de poluição antropogênica por metais pesados. O EF é calculado usando o relacionamento abaixo:

$$EF = \frac{(\text{Metal/Fe})_{\text{Sample}}}{(\text{Metal/Fe})_{\text{Background}}} \quad \text{ou} \quad (4)$$

$$EF = \frac{\left(\frac{Me}{Al}\right)_{\text{Sample}}}{\left(\frac{Me}{Al}\right)_{\text{Background}}} \quad (5)$$

Neste estudo, o ferro (Fe) e o (Al) alumínio podem ser utilizados como elemento de referência para a normalização geoquímica:

Valores de EF foram interpretados utilizando as seguintes relações, onde:

EF <1 indica nenhum enriquecimento;

EF <3 é menor enriquecimento;

EF entre 3-5 é um enriquecimento moderado;

EF entre 5-10 é moderadamente enriquecimento grave;

EF entre 10-25 é um enriquecimento grave; EF entre 25-50 é muito enriquecimento grave;

EF > 50 é um enriquecimento extremamente grave.

Diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs)

As diretrizes de avaliação de qualidade de sedimentos (SQGs) são muito úteis para rastrear a contaminação de sedimentos comparando as concentrações nos sedimentos de contaminantes com a diretriz de qualidade correspondente. Estas diretrizes avaliam o grau em que o estado químico associado a sedimentos pode afetar adversamente os organismos e são projetados para auxiliar na interpretação da qualidade dos sedimentos.



Tais linhas guias, SQGs, tem sido utilizada em várias aplicações, incluindo:

- Concepção de programas de monitorização;
- Interpretação de dados;
- Avaliar a necessidade de avaliações detalhadas da qualidade dos sedimentos;
- Avaliar a qualidade dos materiais dragados prospectivos;
- Conduzir investigações corretivas e avaliações de risco ecológico, e;
- Desenvolvimento de objetivos de remediação da qualidade dos sedimentos.

Estas diretrizes sintetizadas consistem de dois valores guias cada concepção. O primeiro valor de concentração é sempre de efeito de limiar abaixo da qual não se espera que ocorram efeitos adversos e um segundo valor é sempre o efeito provável, concentração acima da qual são esperados efeitos adversos ocorrer com mais frequência.

Análise estatística

Relacionamentos entre as variáveis consideradas foram testadas pelo coeficiente de Pearson com significância estatística estabelecido em $p < 0,05$.

A análise multivariada do conjunto de dados do arroio foi realizada usando análise de cluster (CA) e análise de componentes principais / análise fatorial (PCA / FA).

As análises estatísticas acima foram aplicadas aos dados experimentais padronizados por meio de transformação em escala Log (x+1) para evitar erros de classificação devido a grandes diferenças nos dados dimensionalidade.

Os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e a esfericidade de Bartlett foram realizados para examinar a adequação dos dados para PCA / FA [24]. O KMO é uma medida de adequação de amostragem indica a proporção de



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

variação que é comum, ou seja, isso pode ser causado por fatores subjacentes.

Um valor alto (próximo a 1) geralmente indica que o componente principal / análise fatorial pode ser útil, como foi o caso neste estudo, em que o KMO = 0,78.

O teste de esfericidade de Bartlett indica se uma matriz de correlação é uma matriz de identidade, o que indicaria que as variáveis são relacionadas. O nível de significância neste estudo (menos de 0,05) indicou que houve relações significativas entre as variáveis.

A análise hierárquica de cluster aglomerativo (CA) foi realizada no conjunto de dados normalizados usando o método de Ward com o quadrado Distâncias euclidianas como medida de similaridade.

Análise fatorial (FA) foi realizado após análise de componentes principais (PCA). PCA das variáveis normalizadas (conjunto de dados) foram realizadas para extrair componentes principais (PCs) e reduzir ainda mais a contribuição de variáveis com menor significância; esses PCs foram então submetidos a rotação varimax para gerar varifactors (VFs).

Resultados e Discussão

Metais e Metalóide em sedimentos do Arroio Candiota,

Apresentam-se na tabela 4.3.4, os valores obtidos a partir da análise química. As estatísticas básicas para todos os parâmetros de metal medidos durante o período de amostragem de um ano em sete locais diferentes são resumidas na tabela 4.3.5. Durante o período do estudo, todos os metais pesados mostraram variações espaciais. Na tabela 4.3.5, apresentam-se os valores obtidos a partir da análise química de cada uma das amostras tomadas nas campanhas AI, AJ, AK e AL.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.4 - Concentrações de metais pesados relatadas nos estudos nas 4 campanhas amostrais (AI-AJ-AK-AL) do Arroio Candiota.

Metais Totais	Altot (%)	Astot(ppm)	Cdtot(ppm)	Pbtot(ppm)	Cutot(ppm)	Crtot(ppm)	Fetot(%)	Mntot(ppm)	Hgtot(ppm)	Nitot(ppm)	Zntot(ppm)
1AI	0,0556	0,639	0,06	2,36	0,6	1,42	0,2484	176	0,02	0,497	5,55
2AI	5,9663	6,52	0,06	25,3	10,8	23,6	2,3296	780	0,06	9,86	50,7
3AI	0,2718	0,711	0,06	5,08	0,6	2,45	0,455	209	0,02	1,18	9,16
4AI	0,2172	14,1	0,06	8,84	2,6	45,8	3,1477	242	0,02	2,4	27,5
5AI	0,4322	1,04	0,06	6,31	1,89	4,46	0,549	193	0,02	2,65	17,3
6AI	0,267	4,54	0,06	5,25	1,38	4,9	1,0311	65	0,03	1,77	9,12
7AI	0,9565	3,07	0,06	9,73	4,32	7,84	0,8115	207	0,03	6,62	27,4
8AI	0,5143	3,52	0,06	11,6	4,41	11	1,7168	444	0,02	3,31	30,8
1AJ	0,2006	1,02	0,06	1,52	0,6	1,6	0,3786	115	0,02	0,471	3,4
2AJ	0,9285	3,35	0,06	4,07	2,66	10,5	1,1123	192	0,08	7,67	31,9
3AJ	0,2267	0,35	0,06	4,63	0,6	2,87	0,485	236	0,04	0,799	4,92
4AJ	0,2205	1,53	0,06	2,42	0,6	6,65	0,863	192	0,09	3,36	17
5AJ	0,1267	1,27	0,06	2,78	0,6	1,92	0,5439	62,5	0,03	0,956	5,32
6AJ	0,1741	1,93	0,06	1,7	0,6	2,76	0,8658	40,4	0,06	1,23	4,96
7AJ	0,34	1,94	0,06	4,56	0,6	3,77	0,5745	356	0,13	2,65	9,71
8AJ	0,3784	4,47	0,06	7,35	0,6	14,5	1,9393	173	0,12	1,66	20
1AK	0,1652	1,46	0,06	1,79	0,6	6,55	0,7379	161	0,02	0,791	6,98
2AK	0,2278	0,584	0,06	0,888	0,6	3,08	0,4506	41	0,02	0,762	5,95
3AK	0,2456	0,756	0,06	1,94	0,75	1,56	0,4372	158	0,02	0,384	7,84
4AK	1,3667	4,59	0,06	2,82	3,61	15,5	2,0378	819	0,04	9,95	113
5AK	0,2764	1,3	0,06	1,66	0,6	2,9	0,4639	168	0,02	1,71	9,68
6AK	0,2722	8,36	0,06	9,32	0,6	9,57	2,461	83,9	0,05	0,779	14,2
7AK	0,7351	1,53	0,06	0,46	1,6	5,08	0,6539	331	0,02	3,65	15,6
8AK	0,442	1,93	0,06	11,6	1,27	8,18	1,3135	356	0,04	2,78	30,4
1AL	0,1326	1,36	0,06	2,62	1,06	2,03	0,3025	117	0,04	0,317	7,84
2AL	0,4959	1,68	0,06	6,22	3,42	7,29	0,6266	307	0,03	2,32	45,7
3AL	0,1294	1,76	0,06	4,35	0,6	3,62	0,4746	216	0,02	0,428	8,59
4AL	0,2532	2,46	0,06	6,36	1,46	6,45	0,8022	442	0,05	2,31	36,7
5AL	0,7976	3,75	0,06	12,5	8,07	5,86	1,0126	820	0,04	4,46	56,9
6AL	0,1334	2,81	0,06	3,89	2,37	3	0,5788	43,1	0,02	1,53	11,9
7AL	0,5016	2,46	0,06	6,86	5,06	3,69	0,5385	573	0,05	3,48	29
8AL	0,4675	2,56	0,06	5,69	3,5	6	1,029	265	0,09	1,93	80,2

Tabela 4.3.5 - Valores máximo, mínimo, médio e desvio padrão, assimetria e curtose de metais e metalóide em sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota, nas campanhas amostrais de AI-AJ-AK-AL.

Estatística Descritiva									
AI-AL	N	Inrevalo	Mínimo	Maximo	Média	DesvioPad	Variance	Assimetria	Curtose
Elementos	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística
Altot	32	5,91	0,06	5,97	0,56	1,03	1,06	4,99	26,61
Astot	32	13,75	0,35	14,10	2,79	2,73	7,43	2,73	9,25
Cdtot	32	0,00	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	.	.
Pbtot	32	24,84	0,46	25,30	5,70	4,86	23,65	2,29	7,58
Cutot	32	10,20	0,60	10,80	2,14	2,36	5,59	2,22	5,54
Crtot	32	44,38	1,42	45,80	7,39	8,49	72,14	3,38	13,71
Fetot	32	2,90	0,25	3,15	0,97	0,71	0,51	1,60	2,00
Mntot	32	779,60	40,40	820,00	268,23	215,76	46554,46	1,50	1,71
Hgtot	32	0,11	0,02	0,13	0,04	0,03	0,00	1,63	2,14
Nitot	32	9,63	0,32	9,95	2,65	2,56	6,54	1,78	2,77
Zntot	32	109,60	3,40	113,00	23,60	24,22	586,76	2,17	5,48

Na figura 4.3.1 são apresentados os diagramas mostrando, em escala logarítmica as taxas de concentrações dos elementos estudados, e pode-se avaliar a amplitude de cada um deles no período do estudo, bem como as suas relações.

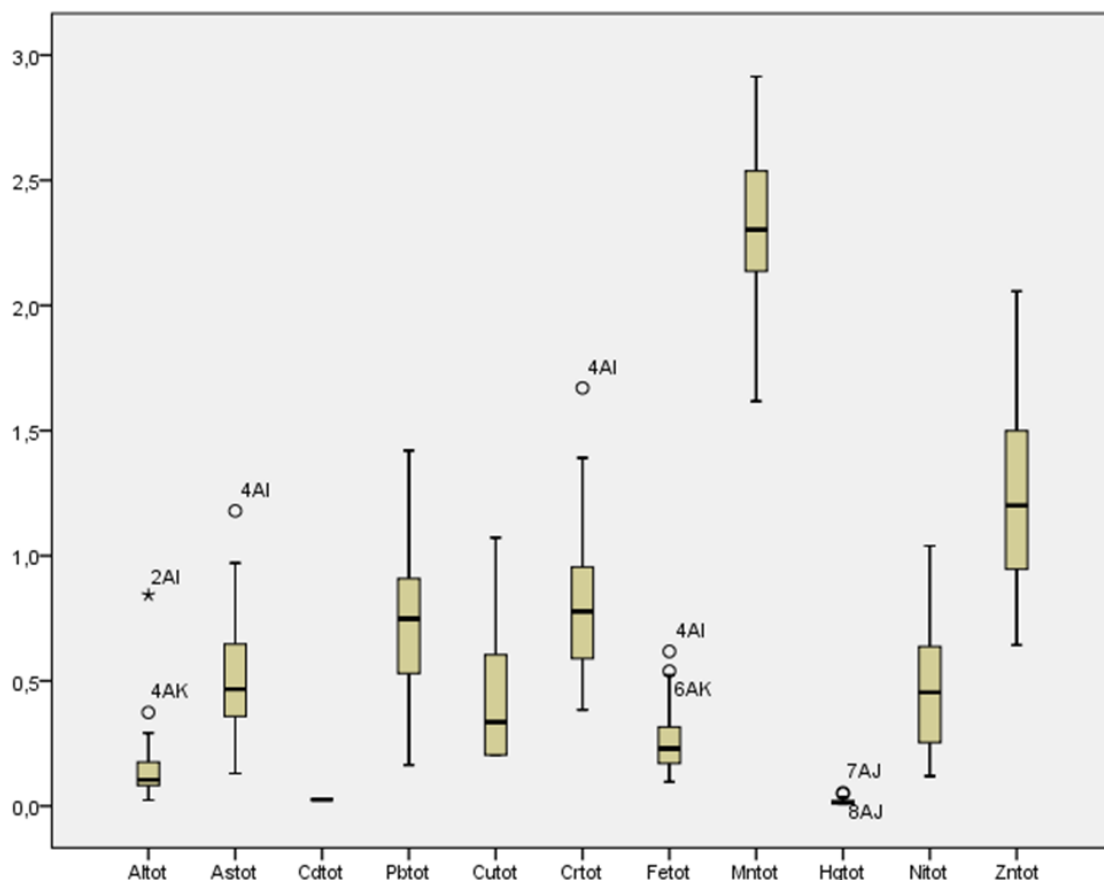


Figura 4.3.1 - Diagramas do tipo Box plot, mostrando os elementos químicos e a variedade apresentadas nas campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL. Escala Logarítmica.

O Fe o Alumínio e o Manganês são os elementos maiores no sedimento, seguido por Zn, Cr e Ni e o menor foi o Cd que se manteve constante abaixo do limite de detecção.

Comparação dos dados de contaminação de metais do Arroio Candiota estão sendo comparados com outros rios e no próximo relato técnico poder-se-á apresentar tais resultados. Além disso prepara-se também uma integração dos dados gerados dos metais para o Arroio Candiota desde o início do programa de monitoramento fazendo uma análise por local, por metal e por sazonalidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Índices de contaminação de sedimentos e as Comparações

Os resultados dos fatores de contaminação (CFs), são apresentados nas tabelas 4.3.6 até 4.3.8. São comparados os Backgrounds da crosta do planeta, dos Sedimentos médios do planeta, e o Clarke geoquímico. Além disso estas tabelas apresentam na última coluna o termo quociente médio, também para cada um dos usos de background, constituído do somatório de cada um dos fatores de contaminação dividido pelo número de variáveis, isto é, os elementos químicos medidos. Isto poderia ser um grau de contaminação.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.6 - Fatores de contaminação por metais (FCs), utilizando os referenciais Crosta Terrestre.

Metais Totais	IndCrostaAl	IndCrostaAs	IndCrostaCd	IndCrostaPb	IndCrostaCu	IndCrostaCr	IndCrostaFe	IndCrostaMn	IndCrostaHg	IndCrostaNi	IndCrostaZn	QuocientMedCrosta
1AI	0,01	0,43	0,55	0,17	0,01	0,01	0,06	0,19	0,40	0,01	0,07	0,17
1AJ	0,02	0,68	0,55	0,11	0,01	0,02	0,09	0,12	0,40	0,01	0,05	0,19
1AK	0,02	0,97	0,55	0,13	0,01	0,07	0,18	0,17	0,40	0,01	0,09	0,24
1AL	0,02	0,91	0,55	0,19	0,02	0,02	0,07	0,12	0,80	0,00	0,10	0,25
2AI	0,73	4,35	0,55	1,81	0,22	0,24	0,57	0,82	1,20	0,12	0,68	1,02
2AJ	0,11	2,23	0,55	0,29	0,05	0,11	0,27	0,20	1,60	0,10	0,43	0,54
2AK	0,03	0,39	0,55	0,06	0,01	0,03	0,11	0,04	0,40	0,01	0,08	0,16
2AL	0,06	1,12	0,55	0,44	0,07	0,07	0,15	0,32	0,60	0,03	0,61	0,37
3AI	0,03	0,47	0,55	0,36	0,01	0,02	0,11	0,22	0,40	0,01	0,12	0,21
3AJ	0,03	0,23	0,55	0,33	0,01	0,03	0,12	0,25	0,80	0,01	0,07	0,22
3AK	0,03	0,50	0,55	0,14	0,02	0,02	0,11	0,17	0,40	0,00	0,10	0,18
3AL	0,02	1,17	0,55	0,31	0,01	0,04	0,12	0,23	0,40	0,01	0,11	0,27
4AI	0,03	9,40	0,55	0,63	0,05	0,46	0,77	0,25	0,40	0,03	0,37	1,18
4AJ	0,03	1,02	0,55	0,17	0,01	0,07	0,21	0,20	1,80	0,04	0,23	0,39
4AK	0,17	3,06	0,55	0,20	0,07	0,16	0,50	0,86	0,80	0,12	1,51	0,73
4AL	0,03	1,64	0,55	0,45	0,03	0,06	0,20	0,47	1,00	0,03	0,49	0,45
5AI	0,05	0,69	0,55	0,45	0,04	0,04	0,13	0,20	0,40	0,03	0,23	0,26
5AJ	0,02	0,85	0,55	0,20	0,01	0,02	0,13	0,07	0,60	0,01	0,07	0,23
5AK	0,03	0,87	0,55	0,12	0,01	0,03	0,11	0,18	0,40	0,02	0,13	0,22
5AL	0,10	2,50	0,55	0,89	0,16	0,06	0,25	0,86	0,80	0,06	0,76	0,63
6AI	0,03	3,03	0,55	0,38	0,03	0,05	0,25	0,07	0,60	0,02	0,12	0,47
6AJ	0,02	1,29	0,55	0,12	0,01	0,03	0,21	0,04	1,20	0,02	0,07	0,32
6AK	0,03	5,57	0,55	0,67	0,01	0,10	0,60	0,09	1,00	0,01	0,19	0,80
6AL	0,02	1,87	0,55	0,28	0,05	0,03	0,14	0,05	0,40	0,02	0,16	0,32
7AI	0,12	2,05	0,55	0,70	0,09	0,08	0,20	0,22	0,60	0,08	0,37	0,46
7AJ	0,04	1,29	0,55	0,33	0,01	0,04	0,14	0,37	2,60	0,03	0,13	0,50
7AK	0,09	1,02	0,55	0,03	0,03	0,05	0,16	0,35	0,40	0,05	0,21	0,27
7AL	0,06	1,64	0,55	0,49	0,10	0,04	0,13	0,60	1,00	0,04	0,39	0,46
8AI	0,06	2,35	0,55	0,83	0,09	0,11	0,42	0,47	0,40	0,04	0,41	0,52
8AJ	0,05	2,98	0,55	0,53	0,01	0,15	0,47	0,18	2,40	0,02	0,27	0,69
8AK	0,05	1,29	0,55	0,83	0,03	0,08	0,32	0,37	0,80	0,03	0,41	0,43
8AL	0,06	1,71	0,55	0,41	0,07	0,06	0,25	0,28	1,80	0,02	1,07	0,57



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.7 - Fatores de contaminação por metais (FCs), utilizando os referenciais Sedimentos do planeta.

Metais Totais	IndSEDAI	IndSEDAS	IndSEDCd	IndSEDPb	IndSEDCu	IndSEDCr	IndSEDFe	IndSEDMn	IndSEDHg	IndSEDNi	IndSEDZn	QuocientMedSED
1AI	0,01	0,08	0,35	0,12	0,02	0,02	0,06	0,23	0,11	0,01	0,06	0,10
1AJ	0,03	0,13	0,35	0,08	0,02	0,02	0,09	0,15	0,11	0,01	0,04	0,09
1AK	0,02	0,19	0,35	0,09	0,02	0,09	0,18	0,21	0,11	0,02	0,07	0,12
1AL	0,02	0,18	0,35	0,14	0,03	0,03	0,07	0,15	0,21	0,01	0,08	0,12
2AI	0,83	0,85	0,35	1,33	0,33	0,33	0,57	1,01	0,32	0,19	0,53	0,60
2AJ	0,13	0,44	0,35	0,21	0,08	0,15	0,27	0,25	0,42	0,15	0,34	0,25
2AK	0,03	0,08	0,35	0,05	0,02	0,04	0,11	0,05	0,11	0,01	0,06	0,08
2AL	0,07	0,22	0,35	0,33	0,10	0,10	0,15	0,40	0,16	0,04	0,48	0,22
3AI	0,04	0,09	0,35	0,27	0,02	0,03	0,11	0,27	0,11	0,02	0,10	0,13
3AJ	0,03	0,05	0,35	0,24	0,02	0,04	0,12	0,31	0,21	0,02	0,05	0,13
3AK	0,03	0,10	0,35	0,10	0,02	0,02	0,11	0,21	0,11	0,01	0,08	0,10
3AL	0,02	0,23	0,35	0,23	0,02	0,05	0,12	0,28	0,11	0,01	0,09	0,14
4AI	0,03	1,83	0,35	0,47	0,08	0,64	0,77	0,31	0,11	0,05	0,29	0,45
4AJ	0,03	0,20	0,35	0,13	0,02	0,09	0,21	0,25	0,47	0,06	0,18	0,18
4AK	0,19	0,60	0,35	0,15	0,11	0,22	0,50	1,06	0,21	0,19	1,19	0,43
4AL	0,04	0,32	0,35	0,33	0,04	0,09	0,20	0,57	0,26	0,04	0,39	0,24
5AI	0,06	0,14	0,35	0,33	0,06	0,06	0,13	0,25	0,11	0,05	0,18	0,16
5AJ	0,02	0,16	0,35	0,15	0,02	0,03	0,13	0,08	0,16	0,02	0,06	0,11
5AK	0,04	0,17	0,35	0,09	0,02	0,04	0,11	0,22	0,11	0,03	0,10	0,12
5AL	0,11	0,49	0,35	0,66	0,24	0,08	0,25	1,06	0,21	0,09	0,60	0,38
6AI	0,04	0,59	0,35	0,28	0,04	0,07	0,25	0,08	0,16	0,03	0,10	0,18
6AJ	0,02	0,25	0,35	0,09	0,02	0,04	0,21	0,05	0,32	0,02	0,05	0,13
6AK	0,04	1,09	0,35	0,49	0,02	0,13	0,60	0,11	0,26	0,01	0,15	0,30
6AL	0,02	0,36	0,35	0,20	0,07	0,04	0,14	0,06	0,11	0,03	0,13	0,14
7AI	0,13	0,40	0,35	0,51	0,13	0,11	0,20	0,27	0,16	0,13	0,29	0,24
7AJ	0,05	0,25	0,35	0,24	0,02	0,05	0,14	0,46	0,68	0,05	0,10	0,22
7AK	0,10	0,20	0,35	0,02	0,05	0,07	0,16	0,43	0,11	0,07	0,16	0,16
7AL	0,07	0,32	0,35	0,36	0,15	0,05	0,13	0,74	0,26	0,07	0,31	0,26
8AI	0,07	0,46	0,35	0,61	0,13	0,15	0,42	0,58	0,11	0,06	0,32	0,30
8AJ	0,05	0,58	0,35	0,39	0,02	0,20	0,47	0,22	0,63	0,03	0,21	0,29
8AK	0,06	0,25	0,35	0,61	0,04	0,11	0,32	0,46	0,21	0,05	0,32	0,25
8AL	0,06	0,33	0,35	0,30	0,11	0,08	0,25	0,34	0,47	0,04	0,84	0,29



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.8 - Fatores de contaminação por metais (FCs), utilizando os referenciais Clarke.

Metais Totais	IndClarkeAl	IndClarkeAs	IndClarkeCd	IndClarkePb	IndClarkeCu	IndClarkeCr	IndClarkeFe	IndClarkeMn	IndClarkeHg	IndClarkeNi	IndClarkeZn	QuocientMedClarke
1AI	0,01	0,36	0,38	0,18	0,01	0,01	0,04	0,17	0,23	0,01	0,07	0,13
1AJ	0,02	0,57	0,38	0,12	0,01	0,01	0,06	0,11	0,23	0,00	0,04	0,14
1AK	0,02	0,81	0,38	0,14	0,01	0,05	0,12	0,15	0,23	0,01	0,09	0,18
1AL	0,02	0,76	0,38	0,20	0,02	0,02	0,05	0,11	0,47	0,00	0,10	0,19
2AI	0,71	3,62	0,38	1,95	0,16	0,19	0,38	0,74	0,70	0,10	0,67	0,87
2AJ	0,11	1,86	0,38	0,31	0,04	0,09	0,18	0,18	0,93	0,08	0,42	0,42
2AK	0,03	0,32	0,38	0,07	0,01	0,03	0,07	0,04	0,23	0,01	0,08	0,11
2AL	0,06	0,93	0,38	0,48	0,05	0,06	0,10	0,29	0,35	0,02	0,60	0,30
3AI	0,03	0,40	0,38	0,39	0,01	0,02	0,07	0,20	0,23	0,01	0,12	0,17
3AJ	0,03	0,19	0,38	0,36	0,01	0,02	0,08	0,22	0,47	0,01	0,06	0,17
3AK	0,03	0,42	0,38	0,15	0,01	0,01	0,07	0,15	0,23	0,00	0,10	0,14
3AL	0,02	0,98	0,38	0,33	0,01	0,03	0,08	0,20	0,23	0,00	0,11	0,22
4AI	0,03	7,83	0,38	0,68	0,04	0,38	0,51	0,23	0,23	0,02	0,36	0,97
4AJ	0,03	0,85	0,38	0,19	0,01	0,05	0,14	0,18	1,05	0,03	0,22	0,28
4AK	0,16	2,55	0,38	0,22	0,05	0,13	0,33	0,77	0,47	0,10	1,49	0,60
4AL	0,03	1,37	0,38	0,49	0,02	0,05	0,13	0,42	0,58	0,02	0,48	0,36
5AI	0,05	0,58	0,38	0,49	0,03	0,04	0,09	0,18	0,23	0,03	0,23	0,21
5AJ	0,02	0,71	0,38	0,21	0,01	0,02	0,09	0,06	0,35	0,01	0,07	0,17
5AK	0,03	0,72	0,38	0,13	0,01	0,02	0,07	0,16	0,23	0,02	0,13	0,17
5AL	0,10	2,08	0,38	0,96	0,12	0,05	0,16	0,77	0,47	0,05	0,75	0,53
6AI	0,03	2,52	0,38	0,40	0,02	0,04	0,17	0,06	0,35	0,02	0,12	0,37
6AJ	0,02	1,07	0,38	0,13	0,01	0,02	0,14	0,04	0,70	0,01	0,07	0,23
6AK	0,03	4,64	0,38	0,72	0,01	0,08	0,40	0,08	0,58	0,01	0,19	0,65
6AL	0,02	1,56	0,38	0,30	0,03	0,02	0,09	0,04	0,23	0,02	0,16	0,26
7AI	0,11	1,71	0,38	0,75	0,06	0,06	0,13	0,20	0,35	0,07	0,36	0,38
7AJ	0,04	1,08	0,38	0,35	0,01	0,03	0,09	0,34	1,51	0,03	0,13	0,36
7AK	0,09	0,85	0,38	0,04	0,02	0,04	0,11	0,31	0,23	0,04	0,21	0,21
7AL	0,06	1,37	0,38	0,53	0,07	0,03	0,09	0,54	0,58	0,04	0,38	0,37
8AI	0,06	1,96	0,38	0,89	0,06	0,09	0,28	0,42	0,23	0,03	0,41	0,44
8AJ	0,05	2,48	0,38	0,57	0,01	0,12	0,31	0,16	1,40	0,02	0,26	0,52
8AK	0,05	1,07	0,38	0,89	0,02	0,07	0,21	0,34	0,47	0,03	0,40	0,36
8AL	0,06	1,42	0,38	0,44	0,05	0,05	0,17	0,25	1,05	0,02	1,06	0,45



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.9 - Índices de carga de poluição (PLIs) para os sedimentos de todos os 8 locais estudados no Arroio Candiota, nas campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL. O índice de carga de poluição PLI foi calculado usando os "backgrounds" usados pela geologia ortodoxa.

Campanhas	PLI	PLI	PLI	PLI
AI-AJ-AK-AL	Crosta	Sed	Clarke	Xisto Med
1AI	0,07	0,05	0,05	0,05
1AJ	0,07	0,06	0,06	0,06
1AK	0,10	0,08	0,08	0,08
1AL	0,09	0,07	0,07	0,07
2AI	0,64	0,51	0,52	0,51
2AJ	0,28	0,22	0,23	0,22
2AK	0,07	0,06	0,06	0,06
2AL	0,21	0,17	0,17	0,17
3AI	0,10	0,08	0,09	0,08
3AJ	0,10	0,08	0,08	0,08
3AK	0,08	0,06	0,07	0,06
3AL	0,10	0,08	0,08	0,08
4AI	0,30	0,24	0,24	0,24
4AJ	0,16	0,13	0,13	0,13
4AK	0,40	0,32	0,33	0,32
4AL	0,21	0,17	0,17	0,17
5AI	0,16	0,12	0,13	0,12
5AJ	0,08	0,07	0,07	0,07
5AK	0,10	0,08	0,08	0,08
5AL	0,34	0,28	0,28	0,28
6AI	0,15	0,12	0,12	0,12
6AJ	0,10	0,08	0,08	0,08
6AK	0,18	0,15	0,15	0,15
6AL	0,12	0,09	0,09	0,09
7AI	0,27	0,21	0,22	0,21
7AJ	0,17	0,13	0,14	0,13
7AK	0,14	0,12	0,12	0,12
7AL	0,24	0,19	0,19	0,19
8AI	0,28	0,23	0,23	0,23
8AJ	0,23	0,18	0,18	0,18
8AK	0,23	0,18	0,19	0,18
8AL	0,25	0,20	0,21	0,20



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.10 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Alumínio*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referenciais	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Altot(%)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,06	-7,79	-7,60	-7,82	-7,89
1AJ	0,20	-5,94	-5,75	-5,97	-6,04
1AK	0,17	-6,22	-6,03	-6,25	-6,32
1AL	0,13	-6,54	-6,35	-6,56	-6,64
2AI	5,97	-1,04	-0,86	-1,07	-1,15
2AJ	0,93	-3,73	-3,54	-3,76	-3,83
2AK	0,23	-5,75	-5,57	-5,78	-5,86
2AL	0,50	-4,63	-4,44	-4,66	-4,73
3AI	0,27	-5,50	-5,31	-5,53	-5,60
3AJ	0,23	-5,76	-5,57	-5,79	-5,86
3AK	0,25	-5,65	-5,46	-5,67	-5,75
3AL	0,13	-6,57	-6,38	-6,60	-6,67
4AI	0,22	-5,82	-5,64	-5,85	-5,93
4AJ	0,22	-5,80	-5,61	-5,83	-5,90
4AK	1,37	-3,17	-2,98	-3,20	-3,27
4AL	0,25	-5,60	-5,41	-5,63	-5,70
5AI	0,43	-4,83	-4,64	-4,86	-4,93
5AJ	0,13	-6,60	-6,41	-6,63	-6,70
5AK	0,28	-5,48	-5,29	-5,50	-5,58
5AL	0,80	-3,95	-3,76	-3,97	-4,05
6AI	0,27	-5,53	-5,34	-5,55	-5,63
6AJ	0,17	-6,14	-5,95	-6,17	-6,24
6AK	0,27	-5,50	-5,31	-5,53	-5,60
6AL	0,13	-6,53	-6,34	-6,55	-6,63
7AI	0,96	-3,68	-3,50	-3,71	-3,79
7AJ	0,34	-5,18	-4,99	-5,20	-5,28
7AK	0,74	-4,06	-3,88	-4,09	-4,17
7AL	0,50	-4,62	-4,43	-4,64	-4,72
8AI	0,51	-4,58	-4,39	-4,61	-4,68
8AJ	0,38	-5,02	-4,83	-5,05	-5,12
8AK	0,44	-4,80	-4,61	-4,83	-4,90
8AL	0,47	-4,72	-4,53	-4,75	-4,82



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.11 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Arsênio*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Astot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,64	-1,82	-4,18	-2,08	-1,61
1AJ	1,02	-1,14	-3,50	-1,40	-0,93
1AK	1,46	-0,62	-2,98	-0,89	-0,42
1AL	1,36	-0,73	-3,09	-0,99	-0,52
2AI	6,52	1,53	-0,82	1,27	1,74
2AJ	3,35	0,57	-1,79	0,31	0,78
2AK	0,58	-1,95	-4,31	-2,21	-1,74
2AL	1,68	-0,42	-2,78	-0,68	-0,22
3AI	0,71	-1,66	-4,02	-1,93	-1,46
3AJ	0,35	-2,68	-5,04	-2,95	-2,48
3AK	0,76	-1,57	-3,93	-1,84	-1,37
3AL	1,76	-0,35	-2,71	-0,62	-0,15
4AI	14,10	2,65	0,29	2,38	2,85
4AJ	1,53	-0,56	-2,92	-0,82	-0,35
4AK	4,59	1,03	-1,33	0,77	1,24
4AL	2,46	0,13	-2,23	-0,13	0,34
5AI	1,04	-1,11	-3,47	-1,38	-0,91
5AJ	1,27	-0,83	-3,18	-1,09	-0,62
5AK	1,30	-0,79	-3,15	-1,05	-0,58
5AL	3,75	0,74	-1,62	0,47	0,94
6AI	4,54	1,01	-1,35	0,75	1,22
6AJ	1,93	-0,22	-2,58	-0,48	-0,01
6AK	8,36	1,89	-0,47	1,63	2,10
6AL	2,81	0,32	-2,04	0,06	0,53
7AI	3,07	0,45	-1,91	0,19	0,65
7AJ	1,94	-0,21	-2,57	-0,48	-0,01
7AK	1,53	-0,56	-2,92	-0,82	-0,35
7AL	2,46	0,13	-2,23	-0,13	0,34
8AI	3,52	0,65	-1,71	0,38	0,85
8AJ	4,47	0,99	-1,37	0,73	1,20
8AK	1,93	-0,22	-2,58	-0,48	-0,01
8AL	2,56	0,19	-2,17	-0,08	0,39



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.12 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Cadmio*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Cdtot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
1AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
1AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
1AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
2AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
2AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
2AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
2AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
3AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
3AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
3AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
3AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
4AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
4AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
4AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
4AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
5AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
5AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
5AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
5AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
6AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
6AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
6AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
6AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
7AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
7AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
7AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
7AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
8AI	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
8AJ	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
8AK	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46
8AL	0,06	-1,46	-2,09	-2,00	-2,46



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.13 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Chumbo*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke
AI-AJ-AK-AL	Pbtot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	2,36	-3,15	-3,59	-3,05
1AJ	1,52	-3,79	-4,23	-3,68
1AK	1,79	-3,55	-3,99	-3,45
1AL	2,62	-3,00	-3,44	-2,90
2AI	25,30	0,27	-0,17	0,38
2AJ	4,07	-2,37	-2,81	-2,26
2AK	0,89	-4,56	-5,00	-4,46
2AL	6,22	-1,76	-2,20	-1,65
3AI	5,08	-2,05	-2,49	-1,94
3AJ	4,63	-2,18	-2,62	-2,07
3AK	1,94	-3,44	-3,88	-3,33
3AL	4,35	-2,27	-2,71	-2,16
4AI	8,84	-1,25	-1,69	-1,14
4AJ	2,42	-3,12	-3,56	-3,01
4AK	2,82	-2,90	-3,34	-2,79
4AL	6,36	-1,72	-2,16	-1,62
5AI	6,31	-1,73	-2,18	-1,63
5AJ	2,78	-2,92	-3,36	-2,81
5AK	1,66	-3,66	-4,10	-3,55
5AL	12,50	-0,75	-1,19	-0,64
6AI	5,25	-2,00	-2,44	-1,89
6AJ	1,70	-3,63	-4,07	-3,52
6AK	9,32	-1,17	-1,61	-1,07
6AL	3,89	-2,43	-2,87	-2,33
7AI	9,73	-1,11	-1,55	-1,00
7AJ	4,56	-2,20	-2,64	-2,10
7AK	0,46	-5,51	-5,95	-5,41
7AL	6,86	-1,61	-2,05	-1,51
8AI	11,60	-0,86	-1,30	-0,75
8AJ	7,35	-1,51	-1,96	-1,41
8AK	11,60	-0,86	-1,30	-0,75
8AL	5,69	-1,88	-2,32	-1,78



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.14 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Cobre*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Cutot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
1AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
1AK	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
1AL	1,06	-6,14	-5,55	-6,59	-5,79
2AI	10,80	-2,80	-2,20	-3,24	-2,44
2AJ	2,66	-4,82	-4,22	-5,26	-4,46
2AK	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
2AL	3,42	-4,45	-3,86	-4,90	-4,10
3AI	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
3AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
3AK	0,75	-6,64	-6,04	-7,09	-6,29
3AL	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
4AI	2,60	-4,85	-4,25	-5,29	-4,49
4AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
4AK	3,61	-4,38	-3,78	-4,82	-4,02
4AL	1,46	-5,68	-5,08	-6,13	-5,32
5AI	1,89	-5,31	-4,71	-5,75	-4,95
5AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
5AK	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
5AL	8,07	-3,22	-2,62	-3,66	-2,86
6AI	1,38	-5,76	-5,16	-6,21	-5,41
6AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
6AK	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
6AL	2,37	-4,98	-4,38	-5,43	-4,63
7AI	4,32	-4,12	-3,52	-4,56	-3,76
7AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
7AK	1,60	-5,55	-4,95	-5,99	-5,19
7AL	5,06	-3,89	-3,29	-4,33	-3,53
8AI	4,41	-4,09	-3,49	-4,53	-3,73
8AJ	0,60	-6,97	-6,37	-7,41	-6,61
8AK	1,27	-5,88	-5,28	-6,33	-5,53
8AL	3,50	-4,42	-3,82	-4,87	-4,06



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.15 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Cromo*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Crtot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	1,42	-6,72	-6,25	-7,01	-6,57
1AJ	1,60	-6,55	-6,08	-6,84	-6,40
1AK	6,55	-4,52	-4,04	-4,80	-4,37
1AL	2,03	-6,21	-5,73	-6,49	-6,06
2AI	23,60	-2,67	-2,19	-2,95	-2,52
2AJ	10,50	-3,84	-3,36	-4,12	-3,68
2AK	3,08	-5,61	-5,13	-5,89	-5,45
2AL	7,29	-4,36	-3,89	-4,65	-4,21
3AI	2,45	-5,94	-5,46	-6,22	-5,78
3AJ	2,87	-5,71	-5,23	-5,99	-5,56
3AK	1,56	-6,59	-6,11	-6,87	-6,44
3AL	3,62	-5,37	-4,90	-5,66	-5,22
4AI	45,80	-1,71	-1,24	-2,00	-1,56
4AJ	6,65	-4,50	-4,02	-4,78	-4,34
4AK	15,50	-3,27	-2,80	-3,56	-3,12
4AL	6,45	-4,54	-4,07	-4,83	-4,39
5AI	4,46	-5,07	-4,60	-5,36	-4,92
5AJ	1,92	-6,29	-5,81	-6,57	-6,14
5AK	2,90	-5,69	-5,22	-5,98	-5,54
5AL	5,86	-4,68	-4,20	-4,96	-4,53
6AI	4,90	-4,94	-4,46	-5,22	-4,78
6AJ	2,76	-5,76	-5,29	-6,05	-5,61
6AK	9,57	-3,97	-3,50	-4,26	-3,82
6AL	3,00	-5,64	-5,17	-5,93	-5,49
7AI	7,84	-4,26	-3,78	-4,54	-4,11
7AJ	3,77	-5,31	-4,84	-5,60	-5,16
7AK	5,08	-4,88	-4,41	-5,17	-4,73
7AL	3,69	-5,35	-4,87	-5,63	-5,19
8AI	11,00	-3,77	-3,30	-4,06	-3,62
8AJ	14,50	-3,37	-2,90	-3,66	-3,22
8AK	8,18	-4,20	-3,72	-4,48	-4,04
8AL	6,00	-4,64	-4,17	-4,93	-4,49



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.16 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Ferro*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Fetot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,25	-4,63	-4,63	-5,23	-4,86
1AJ	0,38	-4,02	-4,02	-4,62	-4,25
1AK	0,74	-3,06	-3,06	-3,66	-3,29
1AL	0,30	-4,35	-4,35	-4,94	-4,57
2AI	2,33	-1,40	-1,40	-2,00	-1,63
2AJ	1,11	-2,47	-2,47	-3,06	-2,69
2AK	0,45	-3,77	-3,77	-4,37	-4,00
2AL	0,63	-3,29	-3,29	-3,89	-3,52
3AI	0,46	-3,76	-3,76	-4,35	-3,98
3AJ	0,49	-3,66	-3,66	-4,26	-3,89
3AK	0,44	-3,81	-3,81	-4,41	-4,04
3AL	0,47	-3,70	-3,70	-4,29	-3,92
4AI	3,15	-0,97	-0,97	-1,56	-1,19
4AJ	0,86	-2,83	-2,83	-3,43	-3,06
4AK	2,04	-1,59	-1,59	-2,19	-1,82
4AL	0,80	-2,94	-2,94	-3,54	-3,17
5AI	0,55	-3,49	-3,49	-4,08	-3,71
5AJ	0,54	-3,50	-3,50	-4,10	-3,73
5AK	0,46	-3,73	-3,73	-4,33	-3,96
5AL	1,01	-2,60	-2,60	-3,20	-2,83
6AI	1,03	-2,58	-2,58	-3,17	-2,80
6AJ	0,87	-2,83	-2,83	-3,43	-3,06
6AK	2,46	-1,32	-1,32	-1,92	-1,55
6AL	0,58	-3,41	-3,41	-4,01	-3,64
7AI	0,81	-2,92	-2,92	-3,52	-3,15
7AJ	0,57	-3,42	-3,42	-4,02	-3,65
7AK	0,65	-3,23	-3,23	-3,83	-3,46
7AL	0,54	-3,51	-3,51	-4,11	-3,74
8AI	1,72	-1,84	-1,84	-2,44	-2,07
8AJ	1,94	-1,67	-1,67	-2,26	-1,89
8AK	1,31	-2,23	-2,23	-2,82	-2,45
8AL	1,03	-2,58	-2,58	-3,18	-2,81



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.17 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Manganês*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Mntot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	176,00	-3,02	-2,71	-3,18	-2,86
1AJ	115,00	-3,63	-3,33	-3,79	-3,47
1AK	161,00	-3,15	-2,84	-3,30	-2,99
1AL	117,00	-3,61	-3,30	-3,76	-3,45
2AI	780,00	-0,87	-0,57	-1,03	-0,71
2AJ	192,00	-2,89	-2,59	-3,05	-2,73
2AK	41,00	-5,12	-4,82	-5,28	-4,96
2AL	307,00	-2,21	-1,91	-2,37	-2,05
3AI	209,00	-2,77	-2,47	-2,93	-2,61
3AJ	236,00	-2,59	-2,29	-2,75	-2,43
3AK	158,00	-3,17	-2,87	-3,33	-3,01
3AL	216,00	-2,72	-2,42	-2,88	-2,56
4AI	242,00	-2,56	-2,25	-2,72	-2,40
4AJ	192,00	-2,89	-2,59	-3,05	-2,73
4AK	819,00	-0,80	-0,50	-0,96	-0,64
4AL	442,00	-1,69	-1,39	-1,85	-1,53
5AI	193,00	-2,88	-2,58	-3,04	-2,72
5AJ	62,50	-4,51	-4,21	-4,67	-4,35
5AK	168,00	-3,08	-2,78	-3,24	-2,92
5AL	820,00	-0,80	-0,49	-0,96	-0,64
6AI	64,50	-4,47	-4,16	-4,62	-4,31
6AJ	40,40	-5,14	-4,84	-5,30	-4,98
6AK	83,90	-4,09	-3,78	-4,24	-3,93
6AL	43,10	-5,05	-4,74	-5,21	-4,89
7AI	207,00	-2,78	-2,48	-2,94	-2,62
7AJ	356,00	-2,00	-1,70	-2,16	-1,84
7AK	331,00	-2,11	-1,80	-2,26	-1,95
7AL	573,00	-1,31	-1,01	-1,47	-1,15
8AI	444,00	-1,68	-1,38	-1,84	-1,52
8AJ	173,00	-3,04	-2,74	-3,20	-2,88
8AK	356,00	-2,00	-1,70	-2,16	-1,84
8AL	265,00	-2,43	-2,12	-2,58	-2,27



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.18 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Mercúrio*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Hgtot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
1AJ	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
1AK	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
1AL	0,04	-0,91	-2,83	-1,58	-2,75
2AI	0,06	-0,32	-2,25	-1,00	-2,17
2AJ	0,08	0,09	-1,83	-0,58	-1,75
2AK	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
2AL	0,03	-1,32	-3,25	-2,00	-3,17
3AI	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
3AJ	0,04	-0,91	-2,83	-1,58	-2,75
3AK	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
3AL	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
4AI	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
4AJ	0,09	0,26	-1,66	-0,42	-1,58
4AK	0,04	-0,91	-2,83	-1,58	-2,75
4AL	0,05	-0,58	-2,51	-1,26	-2,43
5AI	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
5AJ	0,03	-1,32	-3,25	-2,00	-3,17
5AK	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
5AL	0,04	-0,91	-2,83	-1,58	-2,75
6AI	0,03	-1,32	-3,25	-2,00	-3,17
6AJ	0,06	-0,32	-2,25	-1,00	-2,17
6AK	0,05	-0,58	-2,51	-1,26	-2,43
6AL	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
7AI	0,03	-1,32	-3,25	-2,00	-3,17
7AJ	0,13	0,79	-1,13	0,12	-1,05
7AK	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
7AL	0,05	-0,58	-2,51	-1,26	-2,43
8AI	0,02	-1,91	-3,83	-2,58	-3,75
8AJ	0,12	0,68	-1,25	0,00	-1,17
8AK	0,04	-0,91	-2,83	-1,58	-2,75
8AL	0,09	0,26	-1,66	-0,42	-1,58



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.19 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Níquel*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Nitot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	0,50	-7,92	-7,29	-8,22	-7,68
1AJ	0,47	-7,99	-7,37	-8,30	-7,76
1AK	0,79	-7,25	-6,62	-7,55	-7,01
1AL	0,32	-8,56	-7,94	-8,87	-8,33
2AI	9,86	-3,61	-2,98	-3,91	-3,37
2AJ	7,67	-3,97	-3,35	-4,28	-3,73
2AK	0,76	-7,30	-6,68	-7,61	-7,06
2AL	2,32	-5,69	-5,07	-6,00	-5,46
3AI	1,18	-6,67	-6,05	-6,98	-6,43
3AJ	0,80	-7,23	-6,61	-7,54	-7,00
3AK	0,38	-8,29	-7,67	-8,60	-8,05
3AL	0,43	-8,13	-7,51	-8,44	-7,90
4AI	2,40	-5,64	-5,02	-5,95	-5,41
4AJ	3,36	-5,16	-4,54	-5,47	-4,92
4AK	9,95	-3,59	-2,97	-3,90	-3,36
4AL	2,31	-5,70	-5,08	-6,01	-5,46
5AI	2,65	-5,50	-4,88	-5,81	-5,27
5AJ	0,96	-6,97	-6,35	-7,28	-6,74
5AK	1,71	-6,13	-5,51	-6,44	-5,90
5AL	4,46	-4,75	-4,13	-5,06	-4,52
6AI	1,77	-6,08	-5,46	-6,39	-5,85
6AJ	1,23	-6,61	-5,99	-6,92	-6,37
6AK	0,78	-7,27	-6,65	-7,57	-7,03
6AL	1,53	-6,29	-5,67	-6,60	-6,06
7AI	6,62	-4,18	-3,56	-4,49	-3,95
7AJ	2,65	-5,50	-4,88	-5,81	-5,27
7AK	3,65	-5,04	-4,42	-5,35	-4,80
7AL	3,48	-5,11	-4,49	-5,42	-4,87
8AI	3,31	-5,18	-4,56	-5,49	-4,95
8AJ	1,66	-6,18	-5,55	-6,48	-5,94
8AK	2,78	-5,43	-4,81	-5,74	-5,20
8AL	1,93	-5,96	-5,34	-6,27	-5,72



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.20 - Índices de geoacumulação (Igeo) para sedimentos de todos os locais estudados no Arroio Candiota nas campanhas amostrais AI, AJ, AK, e AL, calculados para o *Zinco*, utilizando como nível de base os valores da crosta terrestre dos sedimentos do planeta, o Clarke e o xisto médio.

Campanhas	Referencias	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
AI-AJ-AK-AL	Zntot(ppm)	Igeo	Igeo	Igeo	Igeo
1AI	5,55	-4,34	-4,68	-4,36	-5,02
1AJ	3,40	-5,05	-5,39	-5,07	-5,73
1AK	6,98	-4,01	-4,35	-4,03	-4,69
1AL	7,84	-3,84	-4,18	-3,86	-4,52
2AI	50,70	-1,15	-1,49	-1,17	-1,83
2AJ	31,90	-1,82	-2,16	-1,84	-2,50
2AK	5,95	-4,24	-4,58	-4,26	-4,92
2AL	45,70	-1,30	-1,64	-1,32	-1,98
3AI	9,16	-3,62	-3,96	-3,64	-4,30
3AJ	4,92	-4,52	-4,86	-4,53	-5,19
3AK	7,84	-3,84	-4,18	-3,86	-4,52
3AL	8,59	-3,71	-4,05	-3,73	-4,39
4AI	27,50	-2,03	-2,37	-2,05	-2,71
4AJ	17,00	-2,73	-3,07	-2,75	-3,40
4AK	113,00	0,01	-0,33	-0,01	-0,67
4AL	36,70	-1,62	-1,96	-1,64	-2,29
5AI	17,30	-2,70	-3,04	-2,72	-3,38
5AJ	5,32	-4,40	-4,74	-4,42	-5,08
5AK	9,68	-3,54	-3,88	-3,56	-4,22
5AL	56,90	-0,98	-1,32	-1,00	-1,66
6AI	9,12	-3,62	-3,97	-3,64	-4,30
6AJ	4,96	-4,50	-4,84	-4,52	-5,18
6AK	14,20	-2,99	-3,33	-3,01	-3,66
6AL	11,90	-3,24	-3,58	-3,26	-3,92
7AI	27,40	-2,04	-2,38	-2,06	-2,72
7AJ	9,71	-3,53	-3,88	-3,55	-4,21
7AK	15,60	-2,85	-3,19	-2,87	-3,53
7AL	29,00	-1,96	-2,30	-1,97	-2,63
8AI	30,80	-1,87	-2,21	-1,89	-2,55
8AJ	20,00	-2,49	-2,83	-2,51	-3,17
8AK	30,40	-1,89	-2,23	-1,91	-2,57
8AL	80,20	-0,49	-0,83	-0,51	-1,17



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.21 - Resultados dos cálculos de fator de enriquecimento (EF), considerando, os “backgrounds” da crosta terrestre, dos sedimentos do planeta, do Clarke e do Xisto Médio, nas quatro campanhas amostrais.

Estações	Al/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	As/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Pb/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Cu/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Cr/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
1AI	0,2238	1119,1626	1274,6019	1660,0020	1220,9047	0,0003	7,0314	1,3698	8,8907	9,4963	0,0010	2,7824	2,0502	4,5312	1,9828	0,0002	0,1981	0,3001	0,2202	0,2973	0,0006	0,2344	0,3255	0,2905	0,3049
1AJ	0,5298	2649,2340	3017,1832	3929,4859	2890,0735	0,0003	7,3640	1,4345	9,2798	9,9476	0,0004	1,1758	0,8663	1,9147	0,8379	0,0002	0,1300	0,1969	0,1445	0,1551	0,0004	0,1733	0,2407	0,2148	0,2254
1AK	0,2239	1119,3929	1274,8641	1660,3435	1221,1559	0,0002	5,4081	1,0535	6,8131	7,3056	0,0002	8,7104	0,5235	1,1569	0,5062	0,0001	0,0667	0,1010	0,0741	0,1001	0,0009	0,3639	0,5055	0,4511	0,4734
1AL	0,4383	2191,7355	2496,1433	3250,8996	2390,9842	0,0004	12,2887	2,3939	15,4858	16,6001	0,0009	2,5365	1,8690	4,1307	1,8075	0,0004	0,2873	0,4354	0,3195	0,4313	0,0007	0,2751	0,3821	0,3410	0,3579
2AI	2,5611	12805,4172	14583,9474	18993,6811	13969,5461	0,0003	7,6500	1,4903	9,6402	10,3339	0,0011	3,1805	2,3435	5,1795	2,2665	0,0005	0,3802	0,5760	0,4227	0,5706	0,0010	0,4154	0,5769	0,5148	0,5403
2AJ	0,8348	4173,7841	4753,4763	6190,7802	4553,2190	0,0003	8,2322	1,6037	10,3739	11,1204	0,0004	1,0716	0,7896	1,7451	0,7636	0,0002	0,1961	0,2971	0,2180	0,2943	0,0009	0,3870	0,5375	0,4797	0,5035
2AK	0,5055	2527,7408	2878,8159	3749,2806	2757,5354	0,0001	3,5425	0,6901	4,4642	4,7854	0,0002	0,5771	0,4253	0,9399	0,4113	0,0001	0,1092	0,1654	0,1214	0,1639	0,0007	0,2802	0,3892	0,3474	0,3646
2AL	0,7914	3957,0699	4506,6629	5869,3381	4316,8035	0,0003	7,3284	1,4276	9,2350	9,8996	0,0010	2,9071	2,1421	4,7342	2,0716	0,0005	0,4476	0,6781	0,4976	0,6718	0,0012	0,4770	0,6625	0,5912	0,6205
3AI	0,5974	2986,8132	3401,6484	4430,2014	3258,3417	0,0002	4,2712	0,8321	5,3824	5,7697	0,0011	3,2697	2,4093	5,3248	2,3301	0,0001	0,1081	0,1638	0,1202	0,1623	0,0005	0,2208	0,3066	0,2736	0,2872
3AJ	0,4674	2337,1134	2661,7125	3466,5318	2549,5783	0,0001	1,9725	0,3843	2,4857	2,6646	0,0010	2,7957	2,0600	4,5529	1,9923	0,0001	0,1014	0,1537	0,1128	0,1523	0,0006	0,2426	0,3370	0,3007	0,3156
3AK	0,5618	2808,7832	3198,8919	4166,1377	3064,1271	0,0002	4,7264	0,9207	5,9501	6,3847	0,0004	1,2995	0,9575	2,1163	0,9261	0,0002	0,1407	0,2131	0,1564	0,2111	0,0004	0,1463	0,2032	0,1813	0,1903
3AL	0,2727	1363,2533	1552,5940	2022,0503	1487,1854	0,0004	10,1363	1,9746	12,7733	13,6925	0,0009	2,6842	1,9778	4,3713	1,9128	0,0001	0,1037	0,1571	0,1153	0,1556	0,0008	0,3127	0,4343	0,3876	0,4068
4AI	0,0690	345,0138	392,9324	511,7430	376,3787	0,0004	12,2439	2,3852	15,4293	16,5395	0,0003	0,8225	0,6060	1,3394	0,5861	0,0001	0,0677	0,1026	0,0753	0,1017	0,0015	0,5966	0,8286	0,7394	0,7760
4AJ	0,2555	1277,5203	1454,9537	1894,8865	1393,6585	0,0002	4,8459	0,9440	6,1046	6,5460	0,0003	0,8212	0,6051	1,3374	0,5852	0,0001	0,0570	0,0864	0,0634	0,0856	0,0008	0,3159	0,4388	0,3916	0,4110
4AK	0,6707	3353,3713	3819,1173	4973,9000	3658,2232	0,0002	6,1566	1,1993	7,7584	8,3167	0,0001	0,4053	0,2996	0,6600	0,2888	0,0002	0,1453	0,2201	0,1615	0,2180	0,0008	0,3119	0,4331	0,3865	0,4057
4AL	0,3156	1578,1601	1797,3490	2340,8116	1721,6292	0,0003	6,3819	1,6328	10,5626	11,3227	0,0008	2,3218	1,7108	3,7811	1,6546	0,0002	0,1492	0,2261	0,1659	0,2240	0,0008	0,3297	0,4579	0,4086	0,4288
5AI	0,7872	3936,2477	4482,9488	5838,4536	4294,0884	0,0002	5,1779	1,0087	6,5250	6,9945	0,0011	3,3660	2,4802	5,4816	2,3987	0,0003	0,2823	0,4277	0,3139	0,4237	0,0008	0,3331	0,4626	0,4129	0,4333
5AJ	0,2329	1164,7362	1326,5051	1727,5991	1270,6213	0,0002	6,3823	1,2433	8,0427	8,6215	0,0005	1,4969	1,1030	2,4377	1,0667	0,0001	0,0905	0,1371	0,1006	0,1358	0,0004	0,1447	0,2010	0,1794	0,1883
5AK	0,5958	2979,0903	3392,8529	4418,7464	3249,9167	0,0003	7,6597	1,4921	9,6525	10,3471	0,0004	1,0479	0,7722	1,7066	0,7468	0,0001	0,1061	0,1607	0,1179	0,1592	0,0006	0,2563	0,3560	0,3177	0,3334
5AL	0,7877	3938,3765	4485,3732	5841,6110	4296,4107	0,0004	10,1225	1,9719	12,7559	13,6739	0,0012	3,6152	2,6638	5,8874	2,5762	0,0008	0,6535	0,9902	0,7266	0,9809	0,0006	0,2373	0,3295	0,2941	0,3086
6AI	0,2589	1294,7338	1474,5579	1920,4185	1412,4369	0,0004	12,0350	2,3445	15,1661	16,2575	0,0005	1,4911	1,0987	2,4283	1,0626	0,0001	0,1097	0,1663	0,1220	0,1647	0,0005	0,1948	0,2706	0,2415	0,2535
6AJ	0,2011	1005,4285	1145,0714	1491,3054	1096,8311	0,0002	6,0930	1,1870	7,6782	8,2302	0,0002	0,5750	0,4237	0,9364	0,4098	0,0001	0,0568	0,0861	0,0632	0,0853	0,0003	0,1307	0,1815	0,1620	0,1700
6AK	0,1106	553,0272	628,8366	820,2796	603,3024	0,0003	9,2851	1,8088	11,7008	12,5427	0,0004	1,1091	0,8172	1,8061	0,7903	0,0000	0,0200	0,0303	0,0222	0,0300	0,0004	0,1594	0,2214	0,1976	0,2074
6AL	0,2305	1152,3842	1312,4376	1709,2781	1257,1464	0,0005	13,2700	2,5851	16,7223	17,9257	0,0007	1,9682	1,4503	3,2053	1,4026	0,0004	0,3358	0,5087	0,3733	0,5040	0,0005	0,2125	0,2952	0,2634	0,2764
7AI	1,1787	5893,4073	6711,9361	8741,4175	6429,1716	0,0004	10,3405	2,0144	13,0307	13,9684	0,0012	3,5114	2,5873	5,7184	2,5023	0,0005	0,4365	0,6614	0,4854	0,6552	0,0010	0,3961	0,5501	0,4910	0,5153
7AJ	0,5918	2959,0949	3370,0803	4389,0881	3228,1035	0,0003	9,2301	1,7981	11,6314	12,4684	0,0008	2,3245	1,7128	3,7855	1,6565	0,0001	0,0856	0,1298	0,0952	0,1285	0,0007	0,2691	0,3737	0,3335	0,3500
7AK	1,1242	5620,8900	6401,5692	8337,2053	6131,8800	0,0002	6,3955	1,2459	8,0593	8,6393	0,0001	0,2060	0,1518	0,3355	0,1468	0,0002	0,2006	0,3040	0,2231	0,3012	0,0008	0,3185	0,4424	0,3948	0,4143
7AL	0,9315	4657,3816	5304,2402	6908,0780	5080,7799	0,0005	12,4865	2,4324	15,7351	16,8674	0,0013	3,7307	2,7490	6,0756	2,6586	0,0009	0,7705	1,1674	0,8567	1,1565	0,0007	0,2809	0,3902	0,3482	0,3655
8AI	0,2996	1497,8448	1705,8788	2221,6837	1634,0125	0,0002	5,6042	1,0917	7,0622	7,5704	0,0007	1,9788	1,4580	3,2225	1,4101	0,0003	0,2106	0,3191	0,2342	0,3162	0,0006	0,2627	0,3649	0,3256	0,3417
8AJ	0,1951	975,6098	1111,1111	1447,0767	1064,3016	0,0002	6,3002	1,2273	7,9193	8,5106	0,0004	1,1099	0,8178	1,8076	0,7919	0,0000	0,0254	0,0384	0,0282	0,0381	0,0007	0,3066	0,4258	0,3800	0,3988
8AK	0,3365	1682,5276	1916,2120	2495,6151	1835,4847	0,0001	4,0162	0,7824	5,0611	5,4253	0,0009	2,5863	1,9057	4,2119	1,8431	0,0001	0,0793	0,1201	0,0882	0,1190	0,0006	0,2553	0,3546	0,3165	0,3321
8AL	0,4543	2271,6229	2587,1261	3369,3929	2478,1341	0,0002	6,8001	1,3247	8,5693	9,1859	0,0006	1,6194	1,1932	2,6372	1,1540	0,0003	0,2789	0,4226	0,3101	0,4186	0,0006	0,2391	0,3320	0,2963	0,3110

<1	Nenhum Enriquecimento
<3	Enriquecimento pequeno
3 a 5	Enriquecimento Moderado
5 a 10	Enriquecimento moderadamente grave
10 a 25	Enriquecimento grave
25 a 50	Enriquec Mto Grave
>50	Enriquecimento ExtremGrave



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.21 - Continuação....

Estações	Mn/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Hg/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Ni/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio	Zn/Fe	Crosta	Sedimentos	Clarke	Xisto Médio
1AI	0,0709	3,0579	3,7727	4,1443	4,0011	0,0000	6,6023	1,7374	6,2399	2,1471	0,0002	0,1025	0,1578	0,1253	0,1412	0,0022	1,2214	0,9643	1,8227	0,8937
1AJ	0,0904	1,3109	1,6174	1,7767	1,7153	0,0000	4,3317	1,1399	4,0940	1,4087	0,0001	0,0638	0,0981	0,0779	0,0878	0,0009	0,4909	0,3876	0,7326	0,3592
1AK	0,0218	0,9416	1,1618	1,2762	1,2321	0,0000	2,2225	0,5849	2,1006	0,7228	0,0001	0,0549	0,0845	0,0671	0,0757	0,0009	0,5171	0,4082	0,7717	0,3784
1AL	0,0387	1,6692	2,0595	2,2623	2,1842	0,0000	10,8430	2,8534	10,2479	3,5262	0,0001	0,0537	0,0826	0,0656	0,0740	0,0026	1,4168	1,1185	2,1143	1,0367
2AI	0,0335	1,4450	1,7828	1,9584	1,8908	0,0000	2,1120	0,5558	1,9961	0,6868	0,0004	0,2169	0,3337	0,2651	0,2988	0,0022	1,1897	0,9393	1,7754	0,8705
2AJ	0,0173	0,7450	0,9191	1,0096	0,9748	0,0000	5,8977	1,5520	5,5740	1,9179	0,0007	0,3534	0,5437	0,4318	0,4867	0,0029	1,5678	1,2377	2,3396	1,1472
2AK	0,0091	0,3927	0,4845	0,5322	0,5138	0,0000	3,6396	0,9578	3,4399	1,1836	0,0002	0,0867	0,1333	0,1059	0,1194	0,0013	0,7219	0,5699	1,0772	0,5282
2AL	0,0490	2,1145	2,6088	2,8657	2,7668	0,0000	3,9259	1,0331	3,7105	1,2767	0,0004	0,1898	0,2919	0,2319	0,2614	0,0073	3,9870	3,1476	5,9498	2,9173
3AI	0,0459	1,9824	2,4458	2,6867	2,5939	0,0000	3,6044	0,9485	3,4066	1,1722	0,0003	0,1329	0,2045	0,1624	0,1831	0,0020	1,1005	0,8688	1,6423	0,8053
3AJ	0,0487	2,1001	2,5910	2,8461	2,7478	0,0000	6,7629	1,7797	6,3918	2,1993	0,0002	0,0844	0,1299	0,1032	0,1163	0,0010	0,5546	0,4378	0,8276	0,4058
3AK	0,0361	1,5597	1,9243	2,1138	2,0408	0,0000	3,7511	0,9871	3,5453	1,2199	0,0001	0,0450	0,0693	0,0550	0,0620	0,0018	0,9803	0,7739	1,4629	0,7173
3AL	0,0455	1,9642	2,4234	2,6620	2,5701	0,0000	3,4555	0,9094	3,2659	1,1238	0,0001	0,0462	0,0711	0,0565	0,0637	0,0018	0,9894	0,7811	1,4765	0,7240
4AI	0,0077	0,3318	0,4094	0,4497	0,4342	0,0000	0,5210	0,1371	0,4924	0,1694	0,0001	0,0391	0,0601	0,0478	0,0538	0,0009	0,4776	0,3771	0,7127	0,3495
4AJ	0,0222	0,9602	1,1846	1,3013	1,2564	0,0000	8,5516	2,2504	8,0823	2,7810	0,0004	0,1995	0,3070	0,2438	0,2748	0,0020	1,0769	0,8502	1,6070	0,7879
4AK	0,0402	1,7345	2,1400	2,3508	2,2696	0,0000	1,6096	0,4236	1,5212	0,5234	0,0005	0,2502	0,3850	0,3058	0,3447	0,0055	3,0314	2,3932	4,5237	2,2181
4AL	0,0551	2,3779	2,9338	3,2227	3,1114	0,0000	5,1109	1,3450	4,8305	1,6621	0,0003	0,1476	0,2270	0,1803	0,2033	0,0046	2,5010	1,9744	3,7322	1,8300
5AI	0,0352	1,5172	1,8719	2,0562	1,9852	0,0000	2,9872	0,7861	2,8233	0,9715	0,0005	0,2474	0,3806	0,3023	0,3407	0,0032	1,7226	1,3600	2,5707	1,2605
5AJ	0,0115	0,4959	0,6119	0,6721	0,6489	0,0000	4,5229	1,1902	4,2747	1,4709	0,0002	0,0901	0,1386	0,1101	0,1241	0,0010	0,5347	0,4221	0,7979	0,3912
5AK	0,0362	1,5630	1,9283	2,1182	2,0451	0,0000	3,5352	0,9303	3,3412	1,1497	0,0004	0,1889	0,2906	0,2308	0,2602	0,0021	1,1407	0,9006	1,7023	0,8347
5AL	0,0810	3,4949	4,3119	4,7365	4,5730	0,0000	3,2392	0,8524	3,0614	1,0534	0,0004	0,2257	0,3473	0,2758	0,3109	0,0056	3,0718	2,4251	4,5841	2,2477
6AI	0,0063	0,2700	0,3331	0,3659	0,3532	0,0000	2,3858	0,6278	2,2549	0,7759	0,0002	0,0880	0,1353	0,1075	0,1212	0,0009	0,4835	0,3817	0,7216	0,3538
6AJ	0,0047	0,2014	0,2485	0,2729	0,2635	0,0000	5,6826	1,4954	5,3708	1,8480	0,0001	0,0728	0,1120	0,0890	0,1003	0,0006	0,3132	0,2472	0,4673	0,2292
6AK	0,0034	0,1471	0,1815	0,1994	0,1925	0,0000	1,6660	0,4384	1,5746	0,5418	0,0000	0,0162	0,0250	0,0198	0,0223	0,0006	0,3154	0,2490	0,4707	0,2308
6AL	0,0074	0,3214	0,3965	0,4355	0,4205	0,0000	2,8334	0,7456	2,6780	0,9214	0,0003	0,1355	0,2084	0,1655	0,1866	0,0021	1,1239	0,8873	1,6772	0,8224
7AI	0,0255	1,1009	1,3582	1,4920	1,4405	0,0000	3,0314	0,7977	2,8651	0,9858	0,0008	0,4181	0,6432	0,5109	0,5758	0,0034	1,8458	1,4572	2,7545	1,3506
7AJ	0,0620	2,6744	3,2995	3,6245	3,4993	0,0000	18,5553	4,8830	17,5370	6,0342	0,0005	0,2364	0,3637	0,2889	0,3256	0,0017	0,9240	0,7294	1,3788	0,6761
7AK	0,0506	2,1846	2,6953	2,9608	2,8585	0,0000	2,5080	0,6600	2,3704	0,8156	0,0006	0,2861	0,4401	0,3496	0,3940	0,0024	1,3042	1,0296	1,9462	0,9543
7AL	0,1064	4,5923	5,6658	6,2238	6,0088	0,0000	7,6137	2,0036	7,1959	2,4760	0,0006	0,3312	0,5095	0,4047	0,4562	0,0054	2,9440	2,3242	4,3933	2,1541
8AI	0,0259	1,1162	1,3771	1,5127	1,4604	0,0000	0,9553	0,2514	0,9028	0,3107	0,0002	0,0988	0,1520	0,1207	0,1361	0,0018	0,9807	0,7743	1,4636	0,7176
8AJ	0,0089	0,3850	0,4750	0,5218	0,5038	0,0000	5,0740	1,3353	4,7955	1,6501	0,0001	0,0439	0,0675	0,0536	0,0604	0,0010	0,5638	0,4451	0,8413	0,4125
8AK	0,0271	1,1697	1,4432	1,5853	1,5305	0,0000	2,4971	0,6571	2,3601	0,8121	0,0002	0,1085	0,1669	0,1325	0,1494	0,0023	1,2652	0,9989	1,8881	0,9258
8AL	0,0258	1,1115	1,3713	1,5063	1,4543	0,0000	7,1720	1,8874	6,7784	2,3324	0,0002	0,0961	0,1479	0,1175	0,1324	0,0078	4,2607	3,3637	6,3582	3,1176

<1	Nenhum Enriquecimento
<3	Enriquecimento pequeno
3 a 5	Enriquecimento Moderado
5 a 10	Enriquecimento moderadamente grave
10 a 25	Enriquecimento grave
25 a 50	Enriquec Mto Grave
>50	Enriquecimento ExtremGrave



Abordagens geoquímicas quantitativas, como o fator de enriquecimento de metais (EF) proposto por Sinex e Helz (1981) e o índice de geoacumulação (Igeo) proposto por Muller (1969) são amplamente utilizados para distribuir as fontes de metais nos sedimentos. Esses índices geoquímicos comparam as concentrações medidas de elementos químicos em amostras de sedimentos com suas concentrações em amostras “pré-impactadas” para

(1) situação do enriquecimento e contaminação dos elementos considerados e;

(2) identificar a fonte predominante de metais em sedimentos como antropogênico ou não.

Metais com EF próximos a 1,0 não são enriquecidos nos sedimentos, são predominantemente de origem natural e seus sedimentos associados são considerados – não contaminados, hachureados com cor verde escura na tabela 4.3.21.

Por outro lado, metais com altos EFs são considerados enriquecidos nos sedimentos, e são considerados principalmente de origem antrópica e seus sedimentos associados são considerados -contaminados.

Como a distribuição de metais nos sedimentos pode ser influenciada por variações na composição, tamanho de grão, matéria orgânica e teor de carbonato dos sedimentos (Horowitz e Elrick, 1987; Aloupi e Angelidis, 2001; Dung et al., 2013), a normalização é necessária quando derivando EFs para compensar qualquer anomalia na distribuição de sedimentos metálicos e comparação de FEs para diferentes sedimentos a serem realizadas. Embora a normalização de metal à fração de silte e argila ou a análise de sedimentos de tamanhos de grãos semelhantes pode compensar o efeito do tamanho do grão e a suas áreas superficiais (Horowitz, 1985; Aloupi e Angelidis, 2001; Dung et al., 2013), normalizando com um metal, considerado conservador como Al (Aloupi e Angelidis, 2001; Chatterjee et al., 2007; Mahu et al. al., 2015) ou Fe que também é considerado um metal



conservador (Sinex e Helz, 1981; Addo et al., 2012; Yilgor et al., 2012) podem compensar o efeito do tamanho dos grãos e os efeitos mineralógicos (Aloupi e Angelidis, 2001, Dung et al., 2013) e é, portanto, incorporado na derivação da EF de acordo com as Equações 4 ou 5. No caso deste estudo a normalização foi realizada com o Ferro.

O índice de Geoacumulação bem como índice de carga de poluição não se apresentaram efetivos e não apresentaram a contaminação existente nos sedimentos da calha fluvial do Arroio Candiota.

Já que as sutilezas de influenciar a biota não estão neles contidos, são utilizadas pela geologia ortodoxa comparando níveis de base, portanto e necessário aplicar-se comparações que apresentem níveis de bases comprometidos com a influência na biota.

Estes são os "Sediment Quality Guidelines (SQGs) que apresentam os "benchmarks" indexados a possíveis efeitos na biota através da experimentação representada por bioensaios.

Nas tabelas 4.3.22 até a 4.3.25 apresentam-se os resultados do cálculo da "Ratio To Reference", razão de referência para a comparação das taxas encontradas em cada estação amostral em cada campanha. No quadro 4.3.1, apresenta-se uma ordenação pelo valor RTR, exaltando-se a posição não só do local de referencia (estação1) mas a estação 8, onde são arremessados os efluentes líquidos, tratados previamente, da Usina Térmica.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.22 - Apresenta-se o cálculo do "Ratio to Reference" (RTR) e do ARTR o valor agregado da razão de referência, em relação a estação 1, considerada a local de referência do Arroio Candiota pelo Monitoramento, campanha amostral AI-novembro de 2017.

Metais Totais	1AI	RTR-1AI	2AI	RTR-2AI	3AI	RTR-3AI	4AI	RTR-4AI	5AI	RTR-5AI	6AI	RTR-6AI	7AI	RTR-7AI	8AI	RTR-8AI
Altot	0,06	1,00	5,97	107,31	0,27	4,89	0,22	3,91	0,43	7,77	0,27	4,80	0,96	17,20	0,51	9,25
Astot	0,64	1,00	6,52	10,20	0,71	1,11	14,10	22,07	1,04	1,63	4,54	7,10	3,07	4,80	3,52	5,51
Cdtot	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00
Pbtot	2,36	1,00	25,30	10,72	5,08	2,15	8,84	3,75	6,31	2,67	5,25	2,22	9,73	4,12	11,60	4,92
Cutot	0,60	1,00	10,80	18,00	0,60	1,00	2,60	4,33	1,89	3,15	1,38	2,30	4,32	7,20	4,41	7,35
Crtot	1,42	1,00	23,60	16,62	2,45	1,73	45,80	32,25	4,46	3,14	4,90	3,45	7,84	5,52	11,00	7,75
Fetot	0,25	1,00	2,33	9,38	0,46	1,83	3,15	12,67	0,55	2,21	1,03	4,15	0,81	3,27	1,72	6,91
Mntot	176,00	1,00	780,00	4,43	209,00	1,19	242,00	1,38	193,00	1,10	64,50	0,37	207,00	1,18	444,00	2,52
Hgtot	0,02	1,00	0,06	3,00	0,02	1,00	0,02	1,00	0,02	1,00	0,03	1,50	0,03	1,50	0,02	1,00
Nitot	0,50	1,00	9,86	19,84	1,18	2,37	2,40	4,83	2,65	5,33	1,77	3,56	6,62	13,32	3,31	6,66
Zntot	5,55	1,00	50,70	9,14	9,16	1,65	27,50	4,95	17,30	3,12	9,12	1,64	27,40	4,94	30,80	5,55
Σ	11,00		209,64		19,92		32,14		32,12		32,10		64,05		58,41	
ARTR	1,00		19,06		1,81		8,38		2,92		2,92		5,82		5,31	

Tabela 4.3.23 - Tabela 4.3.24- Apresenta-se o cálculo do "Ratio to Reference" (RTR) e do ARTR o valor agregado da razão de referência, em relação a estação 1, considerada a local de referência do Arroio Candiota pelo Monitoramento, campanha amostral AJ – janeiro de 2018.

Metais Totais	1AJ	RTR-1AJ	2AJ	RTR-2AJ	3AJ	RTR-3AJ	4AJ	RTR-4AJ	5AJ	RTR-5AJ	6AJ	RTR-6AJ	7AJ	RTR-7AJ	8AJ	RTR-8AJ
Altot	0,20	1,00	0,93	4,63	0,23	1,13	0,22	1,10	0,13	0,63	0,17	0,87	0,34	1,69	0,38	1,89
Astot	1,02	1,00	3,35	3,28	0,35	0,34	1,53	1,50	1,27	1,93	1,89	1,94	1,90	4,47	4,38	
Cdtot	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00
Pbtot	1,52	1,00	4,07	2,68	4,63	3,05	2,42	1,59	2,78	1,83	1,70	1,12	4,56	3,00	7,35	4,84
Cutot	0,60	1,00	2,66	4,43	0,60	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00	0,60	1,00
Crtot	1,60	1,00	10,50	6,56	2,87	1,79	6,65	4,16	1,92	1,20	2,76	1,73	3,77	2,36	14,50	9,06
Fetot	0,38	1,00	1,11	2,94	0,49	1,28	0,86	2,28	0,54	1,44	0,87	2,29	0,57	1,52	1,94	5,12
Mntot	115,00	1,00	192,00	1,67	236,00	2,05	192,00	1,67	62,50	0,54	40,40	0,35	356,00	3,10	173,00	1,50
Hgtot	0,02	1,00	0,08	4,00	0,04	2,00	0,09	4,50	0,03	1,50	0,06	3,00	0,13	6,50	0,12	6,00
Nitot	0,47	1,00	7,67	16,28	0,80	1,70	3,36	7,13	0,96	2,03	1,23	2,61	2,65	5,63	1,66	3,52
Zntot	3,40	1,00	31,90	9,38	4,92	1,45	17,00	5,00	5,32	1,56	4,96	1,46	9,71	5,66	20,00	5,88
Σ	11,00		56,86		16,79		30,93		13,98		17,31		30,55		44,20	
ARTR	1,00		5,17		1,53		2,81		1,27		1,57		2,78		4,02	

Tabela 4.3.24 - Apresenta-se o cálculo do "Ratio to Reference" (RTR) e do ARTR o valor agregado da razão de referência, em relação a estação 1, considerada a local de referência do Arroio Candiota pelo Monitoramento, campanha amostral AK- abril de 2018.

Metais Totais	1AK	RTR-1AK	2AK	RTR-2AK	3AK	RTR-3AK	4AK	RTR-4AK	5AK	RTR-5AK	6AK	RTR-6AK	7AK	RTR-7AK	8AK	RTR-8AK
Altot	0,17	1,00	0,23	1,38	0,25	1,49	1,37	8,27	0,28	1,67	0,27	1,65	0,74	4,45	0,44	2,68
Astot	1,46	1,00	0,58	0,40	0,76	0,52	4,59	3,14	1,30	0,89	8,36	5,73	1,53	1,05	1,93	1,32
Cdtot	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00
Pbtot	1,79	1,00	0,89	0,50	1,94	1,08	2,82	1,58	1,66	0,93	9,32	5,21	0,46	0,26	11,60	6,48
Cutot	0,60	1,00	0,60	1,00	0,75	1,25	3,61	6,02	0,60	1,00	0,60	1,00	1,60	2,67	1,27	2,12
Crtot	6,55	1,00	3,08	0,47	1,56	0,24	15,50	2,37	2,90	0,44	9,57	1,46	5,08	0,78	8,18	1,25
Fetot	0,74	1,00	0,45	0,61	0,44	0,59	2,04	2,76	0,46	0,63	2,46	3,34	0,65	0,89	1,31	1,78
Mntot	161,00	1,00	41,00	0,25	158,00	0,98	819,00	5,09	168,00	1,04	83,90	0,52	331,00	2,06	356,00	2,21
Hgtot	0,02	1,00	0,02	1,00	0,02	1,00	0,04	2,00	0,02	1,00	0,05	2,50	0,02	1,00	0,04	2,00
Nitot	0,79	1,00	0,76	0,96	0,38	0,49	9,95	12,58	1,71	2,16	0,78	0,98	3,65	4,61	2,78	3,51
Zntot	6,98	1,00	5,95	0,85	7,84	1,12	113,00	16,19	9,68	1,39	14,20	2,03	15,60	2,23	30,40	4,36
Σ	11,00		8,43		9,76		60,99		12,15		25,42		20,99		28,70	
ARTR	1,00		0,77		0,89		5,54		1,10		2,31		1,91		2,61	

Tabela 4.3.25 - Apresenta-se o cálculo do "Ratio to Reference" (RTR) e do ARTR o valor agregado da razão de referência, em relação a estação 1, considerada a local de referência do Arroio Candiota pelo Monitoramento, Campanha amostral AL- julho de 2018.

Metais Totais	1AL	RTR-1AL	2AL	RTR-2AL	3AL	RTR-3AL	4AL	RTR-4AL	5AL	RTR-5AL	6AL	RTR-6AL	7AL	RTR-7AL	8AL	RTR-8AL
Altot	0,13	1,00	0,50	3,74	0,13	0,98	0,25	1,91	0,80	6,02	0,13	1,01	0,50	3,78	0,47	3,53
Astot	1,36	1,00	1,68	1,24	1,76	1,29	2,46	1,81	3,75	2,76	2,81	2,07	2,46	1,81	2,56	1,88
Cdtot	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00	0,06	1,00
Pbtot	2,62	1,00	6,22	2,37	4,35	1,66	6,36	2,43	12,50	4,77	3,89	1,48	6,86	2,62	5,69	2,17
Cutot	1,06	1,00	3,42	3,23	0,60	0,57	1,46	1,38	8,07	7,61	2,37	2,24	5,06	4,77	3,50	3,30
Crtot	2,03	1,00	7,29	3,59	3,62	1,78	6,45	3,18	5,86	2,89	3,00	1,48	3,69	1,82	6,00	2,96
Fetot	0,30	1,00	0,63	2,07	0,47	1,57	0,80	2,65	1,01	3,35	0,58	1,91	0,54	1,78	1,03	3,40
Mntot	117,00	1,00	307,00	2,62	216,00	1,85	442,00	3,78	820,00	7,01	43,10	0,37	573,00	4,90	265,00	2,26
Hgtot	0,04	1,00	0,03	0,75	0,02	0,50	0,05	1,25	0,04	1,00	0,02	0,50	0,05	1,25	0,09	2,25
Nitot	0,32	1,00	2,32	7,32	0,43	1,35	2,31	7,29	4,46	14,07	1,53	4,83	3,48	10,98	1,93	6,09
Zntot	7,84	1,00	45,70	5,83	8,59	1,10	36,70	4,68	56,90	7,26	11,90	1,52	29,00	3,70	80,20	10,23
Σ	11,00		33,76		13,64		31,35		57,73		18,40		38,41		39,07	
ARTR	1,00		3,07		1,24		2,85		5,25		1,67		3,49		3,55	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.1 - Tabelas de Ordenação das estações. A coloração **verde** referência a estação 1, que é o local adotado como local de referência. Enquanto que se marca com a coloração **laranja** a posição da estação 8 (efluente tratado da Usina termelétrica). A comparação é sempre limitada a campanha amostral. Por isso são quatro caixas distintas, uma para cada campanha.

ARTR-AI	Estações	ARTR-AJ	Estações	ARTR-AK	Estações	ARTR-AL	Estações
1,00	1AI	1,00	1AJ	0,77	2AK	1,00	1AL
1,81	3AI	1,27	5AJ	0,89	3AK	1,24	3AL
2,92	6AI	1,53	3AJ	1,00	1AK	1,67	6AL
2,92	5AI	1,57	6AJ	1,10	5AK	2,85	4AL
5,31	8AI	2,78	7AJ	1,91	7AK	3,07	2AL
5,82	7AI	2,81	4AJ	2,31	6AK	3,49	7AL
8,38	4AI	4,02	8AJ	3,94	8AK	3,55	8AL
19,06	2AI	5,17	2AJ	5,54	4AK	5,25	5AL

Esta variabilidade aponta para a complexidade do ecossistema monitorado, agravado pelo de ser um curso de água com multiusos.

Aplicação das SQGs

Nos quadros 4.3.2 até 4.3.9, são apresentados os valores obtidos de uma razão em que o numerador é a taxa encontrada no local amostrado em determinada campanha. E no denominador está a taxa considerada na concepção mostradas na tabela 4.3.3. Toda vez que esta razão matemática igualar ou ultrapassar a unidade e cor **vermelha** é colocada como um alerta mostrando que o valor encontrado no local para aquele elemento em especial está ultrapassando em muito o benchmark usado. Já a cor **laranja** é colocada quando a razão matemática é igual a 0,5 ou se aproxima da unidade. E a cor **verde** é colocada para informar que a razão está longe da unidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.2 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção TEC, nas quatro campanhas amostrais AI-AJ-AK-AL.

Metais Totais	IntECAI	IntECAs	IntECCd	IntECPb	IntECCu	IntECCr	IntECFe	IntECMn	IntECHg	IntECNi	IntECZn	QuocientMedTEC
1AI		0,07	0,06	0,07	0,02	0,03	0,12	0,38	0,11	0,02	0,05	0,09
2AI		0,67	0,06	0,70	0,34	0,54	1,16	1,70	0,33	0,43	0,42	0,64
3AI		0,07	0,06	0,14	0,02	0,06	0,23	0,45	0,11	0,05	0,08	0,13
4AI		1,44	0,06	0,25	0,08	1,06	1,57	0,53	0,11	0,10	0,23	0,54
5AI		0,11	0,06	0,18	0,06	0,10	0,27	0,42	0,11	0,12	0,14	0,16
6AI		0,46	0,06	0,15	0,04	0,11	0,52	0,14	0,17	0,08	0,08	0,18
7AI		0,31	0,06	0,27	0,14	0,18	0,41	0,45	0,17	0,29	0,23	0,25
8AI		0,36	0,06	0,32	0,14	0,25	0,86	0,97	0,11	0,14	0,26	0,35

Metais Totais	IntECAI	IntECAs	IntECCd	IntECPb	IntECCu	IntECCr	IntECFe	IntECMn	IntECHg	IntECNi	IntECZn	QuocientMedTEC
1AJ		0,10	0,06	0,04	0,02	0,04	0,19	0,25	0,11	0,02	0,03	0,09
2AJ		0,34	0,06	0,11	0,08	0,24	0,56	0,42	0,44	0,33	0,27	0,29
3AJ		0,04	0,06	0,13	0,02	0,07	0,24	0,51	0,22	0,03	0,04	0,14
4AJ		0,16	0,06	0,07	0,02	0,15	0,43	0,42	0,50	0,15	0,14	0,21
5AJ		0,13	0,06	0,08	0,02	0,04	0,27	0,14	0,17	0,04	0,04	0,10
6AJ		0,20	0,06	0,05	0,02	0,06	0,43	0,09	0,33	0,05	0,04	0,13
7AJ		0,20	0,06	0,13	0,02	0,09	0,29	0,77	0,72	0,12	0,08	0,25
8AJ		0,46	0,06	0,20	0,02	0,33	0,97	0,38	0,67	0,07	0,17	0,33

Metais Totais	IntECAI	IntECAs	IntECCd	IntECPb	IntECCu	IntECCr	IntECFe	IntECMn	IntECHg	IntECNi	IntECZn	QuocientMedTEC
1AK		0,15	0,06	0,05	0,02	0,15	0,37	0,35	0,11	0,03	0,06	0,14
2AK		0,06	0,06	0,02	0,02	0,07	0,23	0,09	0,11	0,03	0,05	0,07
3AK		0,08	0,06	0,05	0,02	0,04	0,22	0,34	0,11	0,02	0,07	0,10
4AK		0,47	0,06	0,08	0,11	0,36	1,02	1,78	0,22	0,43	0,94	0,55
5AK		0,13	0,06	0,05	0,02	0,07	0,23	0,37	0,11	0,07	0,08	0,12
6AK		0,85	0,06	0,26	0,02	0,22	1,23	0,18	0,28	0,03	0,12	0,33
7AK		0,16	0,06	0,01	0,05	0,12	0,33	0,72	0,11	0,16	0,13	0,18
8AK		0,20	0,06	0,32	0,04	0,19	0,66	0,77	0,22	0,12	0,25	0,28

Metais Totais	IntECAI	IntECAs	IntECCd	IntECPb	IntECCu	IntECCr	IntECFe	IntECMn	IntECHg	IntECNi	IntECZn	QuocientMedTEC
1AL		0,14	0,06	0,07	0,03	0,05	0,15	0,25	0,22	0,01	0,07	0,11
2AL		0,17	0,06	0,17	0,11	0,17	0,31	0,67	0,17	0,10	0,38	0,23
3AL		0,18	0,06	0,12	0,02	0,08	0,24	0,47	0,11	0,02	0,07	0,14
4AL		0,25	0,06	0,18	0,05	0,15	0,40	0,96	0,28	0,10	0,31	0,27
5AL		0,38	0,06	0,35	0,25	0,14	0,51	1,78	0,22	0,19	0,47	0,44
6AL		0,29	0,06	0,11	0,07	0,07	0,29	0,09	0,11	0,07	0,10	0,13
7AL		0,25	0,06	0,19	0,16	0,09	0,27	1,25	0,28	0,15	0,24	0,29
8AL		0,26	0,06	0,16	0,11	0,14	0,51	0,58	0,50	0,08	0,67	0,31



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.3 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção PEC, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	InPECAI	InPECAAs	IndPECCd	IndPECPb	IndPECCu	IndPECCr	IndPECFe	IndPECMn	IndPECHg	IndPECNi	IndPECZn	Quociente MedPEC
1AI		0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,06	0,16	0,02	0,01	0,01	0,03
2AI		0,20	0,01	0,19	0,07	0,21	0,58	0,71	0,05	0,20	0,11	0,23
3AI		0,02	0,01	0,04	0,00	0,02	0,11	0,19	0,02	0,02	0,02	0,05
4AI		0,43	0,01	0,07	0,02	0,42	0,79	0,22	0,02	0,05	0,06	0,21
5AI		0,03	0,01	0,05	0,01	0,04	0,14	0,18	0,02	0,05	0,04	0,06
6AI		0,14	0,01	0,04	0,01	0,04	0,26	0,06	0,03	0,04	0,02	0,06
7AI		0,09	0,01	0,07	0,03	0,07	0,20	0,19	0,03	0,14	0,06	0,09
8AI		0,11	0,01	0,09	0,03	0,10	0,43	0,40	0,02	0,07	0,07	0,13

Metais Totais	InPECAI	InPECAAs	IndPECCd	IndPECPb	IndPECCu	IndPECCr	IndPECFe	IndPECMn	IndPECHg	IndPECNi	IndPECZn	Quociente MedPEC
1AJ		0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,09	0,10	0,02	0,01	0,01	0,03
2AJ		0,10	0,01	0,03	0,02	0,10	0,28	0,17	0,07	0,16	0,07	0,10
3AJ		0,01	0,01	0,04	0,00	0,03	0,12	0,21	0,04	0,02	0,01	0,05
4AJ		0,05	0,01	0,02	0,00	0,06	0,22	0,17	0,08	0,07	0,04	0,07
5AJ		0,04	0,01	0,02	0,00	0,02	0,14	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03
6AJ		0,06	0,01	0,01	0,00	0,03	0,22	0,04	0,05	0,03	0,01	0,05
7AJ		0,06	0,01	0,04	0,00	0,03	0,14	0,32	0,12	0,05	0,02	0,08
8AJ		0,14	0,01	0,06	0,00	0,13	0,48	0,16	0,11	0,03	0,04	0,12

Metais Totais	InPECAI	InPECAAs	IndPECCd	IndPECPb	IndPECCu	IndPECCr	IndPECFe	IndPECMn	IndPECHg	IndPECNi	IndPECZn	Quociente MedPEC
1AK		0,04	0,01	0,01	0,00	0,06	0,18	0,15	0,02	0,02	0,02	0,05
2AK		0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,11	0,04	0,02	0,02	0,01	0,03
3AK		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,14	0,02	0,01	0,02	0,04
4AK		0,14	0,01	0,02	0,02	0,14	0,51	0,74	0,04	0,20	0,25	0,21
5AK		0,04	0,01	0,01	0,00	0,03	0,12	0,15	0,02	0,03	0,02	0,04
6AK		0,25	0,01	0,07	0,00	0,09	0,62	0,08	0,05	0,02	0,03	0,12
7AK		0,05	0,01	0,00	0,01	0,05	0,16	0,30	0,02	0,07	0,03	0,07
8AK		0,06	0,01	0,09	0,01	0,07	0,33	0,32	0,04	0,06	0,07	0,11

Metais Totais	InPECAI	InPECAAs	IndPECCd	IndPECPb	IndPECCu	IndPECCr	IndPECFe	IndPECMn	IndPECHg	IndPECNi	IndPECZn	Quociente MedPEC
1AL		0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,08	0,11	0,04	0,01	0,02	0,03
2AL		0,05	0,01	0,05	0,02	0,07	0,16	0,28	0,03	0,05	0,10	0,08
3AL		0,05	0,01	0,03	0,00	0,03	0,12	0,20	0,02	0,01	0,02	0,05
4AL		0,07	0,01	0,05	0,01	0,06	0,20	0,40	0,05	0,05	0,08	0,10
5AL		0,11	0,01	0,10	0,05	0,05	0,25	0,75	0,04	0,09	0,12	0,16
6AL		0,09	0,01	0,03	0,02	0,03	0,14	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04
7AL		0,07	0,01	0,05	0,03	0,03	0,13	0,52	0,05	0,07	0,06	0,10
8AL		0,08	0,01	0,04	0,02	0,05	0,26	0,24	0,08	0,04	0,17	0,10



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.4 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção LEL, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndLELAI	IndLELAS	IndLELCd	IndLELPb	IndLELCu	IndLELCr	IndLELFe	IndLELMn	IndLELHg	IndLELNi	IndLELZn	QuocientMedLEL
1AI		0,11	0,10	0,08	0,04	0,05	0,12	0,38	0,10	0,03	0,05	0,11
2AI		1,09	0,10	0,82	0,68	0,91	1,16	1,70	0,30	0,62	0,42	0,78
3AI		0,12	0,10	0,16	0,04	0,09	0,23	0,45	0,10	0,07	0,08	0,14
4AI		2,35	0,10	0,29	0,16	1,78	1,57	0,53	0,10	0,15	0,23	0,72
5AI		0,17	0,10	0,20	0,12	0,17	0,27	0,42	0,10	0,17	0,14	0,19
6AI		0,76	0,10	0,17	0,09	0,19	0,52	0,14	0,15	0,11	0,08	0,23
7AI		0,51	0,10	0,31	0,27	0,30	0,41	0,45	0,15	0,41	0,23	0,31
8AI		0,59	0,10	0,37	0,28	0,42	0,86	0,97	0,10	0,21	0,26	0,41

Metais Totais	IndLELAI	IndLELAS	IndLELCd	IndLELPb	IndLELCu	IndLELCr	IndLELFe	IndLELMn	IndLELHg	IndLELNi	IndLELZn	QuocientMedLEL
1AJ		0,17	0,10	0,05	0,04	0,06	0,19	0,25	0,10	0,03	0,03	0,10
2AJ		0,56	0,10	0,13	0,17	0,40	0,56	0,42	0,40	0,48	0,27	0,35
3AJ		0,06	0,10	0,15	0,04	0,11	0,24	0,51	0,20	0,05	0,04	0,15
4AJ		0,26	0,10	0,08	0,04	0,26	0,43	0,42	0,45	0,21	0,14	0,24
5AJ		0,21	0,10	0,09	0,04	0,07	0,27	0,14	0,15	0,06	0,04	0,12
6AJ		0,32	0,10	0,05	0,04	0,11	0,43	0,09	0,30	0,08	0,04	0,16
7AJ		0,32	0,10	0,15	0,04	0,15	0,29	0,77	0,65	0,17	0,08	0,27
8AJ		0,75	0,10	0,24	0,04	0,56	0,97	0,38	0,60	0,10	0,17	0,39

Metais Totais	IndLELAI	IndLELAS	IndLELCd	IndLELPb	IndLELCu	IndLELCr	IndLELFe	IndLELMn	IndLELHg	IndLELNi	IndLELZn	QuocientMedLEL
1AK		0,24	0,10	0,06	0,04	0,25	0,37	0,35	0,10	0,05	0,06	0,16
2AK		0,10	0,10	0,03	0,04	0,12	0,23	0,09	0,10	0,05	0,05	0,09
3AK		0,13	0,10	0,06	0,05	0,06	0,22	0,34	0,10	0,02	0,07	0,11
4AK		0,77	0,10	0,09	0,23	0,60	1,02	1,78	0,20	0,62	0,94	0,63
5AK		0,22	0,10	0,05	0,04	0,11	0,23	0,37	0,10	0,11	0,08	0,14
6AK		1,39	0,10	0,30	0,04	0,37	1,23	0,18	0,25	0,05	0,12	0,40
7AK		0,26	0,10	0,01	0,10	0,20	0,33	0,72	0,10	0,23	0,13	0,22
8AK		0,32	0,10	0,37	0,08	0,31	0,66	0,77	0,20	0,17	0,25	0,32

Metais Totais	IndLELAI	IndLELAS	IndLELCd	IndLELPb	IndLELCu	IndLELCr	IndLELFe	IndLELMn	IndLELHg	IndLELNi	IndLELZn	QuocientMedLEL
1AL		0,23	0,10	0,08	0,07	0,08	0,15	0,25	0,20	0,02	0,07	0,12
2AL		0,28	0,10	0,20	0,21	0,28	0,31	0,67	0,15	0,15	0,38	0,27
3AL		0,29	0,10	0,14	0,04	0,14	0,24	0,47	0,10	0,03	0,07	0,16
4AL		0,41	0,10	0,21	0,09	0,25	0,40	0,96	0,25	0,14	0,31	0,31
5AL		0,63	0,10	0,40	0,50	0,23	0,51	1,78	0,20	0,28	0,47	0,51
6AL		0,47	0,10	0,13	0,15	0,12	0,29	0,09	0,10	0,10	0,10	0,16
7AL		0,41	0,10	0,22	0,32	0,14	0,27	1,25	0,25	0,22	0,24	0,34
8AL		0,43	0,10	0,18	0,22	0,23	0,51	0,58	0,45	0,12	0,67	0,35



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.5 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção SEL, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndSELAI	IndSELAs	IndSELCd	IndSELPb	IndSELCu	IndSELCr	IndSELFe	IndSELMn	IndSELHg	IndSELNi	IndSELZn	QuocientMedSEL
1AI		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,16	0,01	0,01	0,01	0,03
2AI		0,20	0,01	0,10	0,10	0,21	0,58	0,71	0,03	0,13	0,06	0,21
3AI		0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,11	0,19	0,01	0,02	0,01	0,04
4AI		0,43	0,01	0,04	0,02	0,42	0,79	0,22	0,01	0,03	0,03	0,20
5AI		0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,14	0,18	0,01	0,04	0,02	0,05
6AI		0,14	0,01	0,02	0,01	0,04	0,26	0,06	0,02	0,02	0,01	0,06
7AI		0,09	0,01	0,04	0,04	0,07	0,20	0,19	0,02	0,09	0,03	0,08
8AI		0,11	0,01	0,05	0,04	0,10	0,43	0,40	0,01	0,04	0,04	0,12

Metais Totais	IndSELAI	IndSELAs	IndSELCd	IndSELPb	IndSELCu	IndSELCr	IndSELFe	IndSELMn	IndSELHg	IndSELNi	IndSELZn	QuocientMedSEL
1AJ		0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,10	0,01	0,01	0,00	0,03
2AJ		0,10	0,01	0,02	0,02	0,10	0,28	0,17	0,04	0,10	0,04	0,09
3AJ		0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,12	0,21	0,02	0,01	0,01	0,04
4AJ		0,05	0,01	0,01	0,01	0,06	0,22	0,17	0,05	0,04	0,02	0,06
5AJ		0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,14	0,06	0,02	0,01	0,01	0,03
6AJ		0,06	0,01	0,01	0,01	0,03	0,22	0,04	0,03	0,02	0,01	0,04
7AJ		0,06	0,01	0,02	0,01	0,03	0,14	0,32	0,07	0,04	0,01	0,07
8AJ		0,14	0,01	0,03	0,01	0,13	0,48	0,16	0,06	0,02	0,02	0,11

Metais Totais	IndSELAI	IndSELAs	IndSELCd	IndSELPb	IndSELCu	IndSELCr	IndSELFe	IndSELMn	IndSELHg	IndSELNi	IndSELZn	QuocientMedSEL
1AK		0,04	0,01	0,01	0,01	0,06	0,18	0,15	0,01	0,01	0,01	0,05
2AK		0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,11	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02
3AK		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,14	0,01	0,01	0,01	0,03
4AK		0,14	0,01	0,01	0,03	0,14	0,51	0,74	0,02	0,13	0,14	0,19
5AK		0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,12	0,15	0,01	0,02	0,01	0,04
6AK		0,25	0,01	0,04	0,01	0,09	0,62	0,08	0,03	0,01	0,02	0,11
7AK		0,05	0,01	0,00	0,01	0,05	0,16	0,30	0,01	0,05	0,02	0,07
8AK		0,06	0,01	0,05	0,01	0,07	0,33	0,32	0,02	0,04	0,04	0,09

Metais Totais	IndSELAI	IndSELAs	IndSELCd	IndSELPb	IndSELCu	IndSELCr	IndSELFe	IndSELMn	IndSELHg	IndSELNi	IndSELZn	QuocientMedSEL
1AL		0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,08	0,11	0,02	0,00	0,01	0,03
2AL		0,05	0,01	0,02	0,03	0,07	0,16	0,28	0,02	0,03	0,06	0,07
3AL		0,05	0,01	0,02	0,01	0,03	0,12	0,20	0,01	0,01	0,01	0,05
4AL		0,07	0,01	0,03	0,01	0,06	0,20	0,40	0,03	0,03	0,04	0,09
5AL		0,11	0,01	0,05	0,07	0,05	0,25	0,75	0,02	0,06	0,07	0,14
6AL		0,09	0,01	0,02	0,02	0,03	0,14	0,04	0,01	0,02	0,01	0,04
7AL		0,07	0,01	0,03	0,05	0,03	0,13	0,52	0,03	0,05	0,04	0,09
8AL		0,08	0,01	0,02	0,03	0,05	0,26	0,24	0,05	0,03	0,10	0,09



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.6 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção ERL, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndERLAI	IndERLAS	IndERLCd	IndERLPb	IndERLCu	IndERLCr	IndERLFe	IndERLMn	IndERLHg	IndERLNi	IndERLZn	QuocientMedERL
1AI		0,08	0,05	0,05	0,02	0,02			0,13	0,24	0,04	0,08
2AI		0,80	0,05	0,54	0,32	0,29			0,40	4,72	0,34	0,93
3AI		0,09	0,05	0,11	0,02	0,03			0,13	0,56	0,06	0,13
4AI		1,72	0,05	0,19	0,08	0,57			0,13	1,15	0,18	0,51
5AI		0,13	0,05	0,14	0,06	0,06			0,13	1,27	0,12	0,24
6AI		0,55	0,05	0,11	0,04	0,06			0,20	0,85	0,06	0,24
7AI		0,37	0,05	0,21	0,13	0,10			0,20	3,17	0,18	0,55
8AI		0,43	0,05	0,25	0,13	0,14			0,13	1,58	0,21	0,36

Metais Totais	IndERLAI	IndERLAS	IndERLCd	IndERLPb	IndERLCu	IndERLCr	IndERLFe	IndERLMn	IndERLHg	IndERLNi	IndERLZn	QuocientMedERL
1AJ		0,12	0,05	0,03	0,02	0,02			0,13	0,23	0,02	0,08
2AJ		0,41	0,05	0,09	0,08	0,13			0,53	3,67	0,21	0,65
3AJ		0,04	0,05	0,10	0,02	0,04			0,27	0,38	0,03	0,12
4AJ		0,19	0,05	0,05	0,02	0,08			0,60	1,61	0,11	0,34
5AJ		0,15	0,05	0,06	0,02	0,02			0,20	0,46	0,04	0,12
6AJ		0,24	0,05	0,04	0,02	0,03			0,40	0,59	0,03	0,17
7AJ		0,24	0,05	0,10	0,02	0,05			0,87	1,27	0,06	0,33
8AJ		0,55	0,05	0,16	0,02	0,18			0,80	0,79	0,13	0,33

Metais Totais	IndERLAI	IndERLAS	IndERLCd	IndERLPb	IndERLCu	IndERLCr	IndERLFe	IndERLMn	IndERLHg	IndERLNi	IndERLZn	QuocientMedERL
1AK		0,18	0,05	0,04	0,02	0,08			0,13	0,38	0,05	0,12
2AK		0,07	0,05	0,02	0,02	0,04			0,13	0,36	0,04	0,09
3AK		0,09	0,05	0,04	0,02	0,02			0,13	0,18	0,05	0,07
4AK		0,56	0,05	0,06	0,11	0,19			0,27	4,76	0,75	0,84
5AK		0,16	0,05	0,04	0,02	0,04			0,13	0,82	0,06	0,16
6AK		1,02	0,05	0,20	0,02	0,12			0,33	0,37	0,09	0,28
7AK		0,19	0,05	0,01	0,05	0,06			0,13	1,75	0,10	0,29
8AK		0,24	0,05	0,25	0,04	0,10			0,27	1,33	0,20	0,31

Metais Totais	IndERLAI	IndERLAS	IndERLCd	IndERLPb	IndERLCu	IndERLCr	IndERLFe	IndERLMn	IndERLHg	IndERLNi	IndERLZn	QuocientMedERL
1AL		0,17	0,05	0,06	0,03	0,03			0,27	0,15	0,05	0,10
2AL		0,20	0,05	0,13	0,10	0,09			0,20	1,11	0,30	0,27
3AL		0,21	0,05	0,09	0,02	0,04			0,13	0,20	0,06	0,10
4AL		0,30	0,05	0,14	0,04	0,08			0,33	1,11	0,24	0,29
5AL		0,46	0,05	0,27	0,24	0,07			0,27	2,13	0,38	0,48
6AL		0,34	0,05	0,08	0,07	0,04			0,13	0,73	0,08	0,19
7AL		0,30	0,05	0,15	0,15	0,05			0,33	1,67	0,19	0,36
8AL		0,31	0,05	0,12	0,10	0,07			0,60	0,92	0,53	0,34



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.7 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção ERM, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndERMAI	IndERMAs	IndERMcd	IndERMPb	IndERMcu	IndERMcr	IndERMFe	IndERMMn	IndERMHg	IndERMNi	IndERMZn	QuocientMedERM
1AI		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00			0,03	0,01	0,01	0,01
2AI		0,09	0,01	0,12	0,04	0,06			0,08	0,19	0,12	0,09
3AI		0,01	0,01	0,02	0,00	0,01			0,03	0,02	0,02	0,02
4AI		0,20	0,01	0,04	0,01	0,12			0,03	0,05	0,07	0,07
5AI		0,01	0,01	0,03	0,01	0,01			0,03	0,05	0,04	0,02
6AI		0,06	0,01	0,02	0,01	0,01			0,04	0,03	0,02	0,03
7AI		0,04	0,01	0,04	0,02	0,02			0,04	0,13	0,07	0,05
8AI		0,05	0,01	0,05	0,02	0,03			0,03	0,06	0,08	0,04

Metais Totais	IndERMAI	IndERMAs	IndERMcd	IndERMPb	IndERMcu	IndERMcr	IndERMFe	IndERMMn	IndERMHg	IndERMNi	IndERMZn	QuocientMedERM
1AJ		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00			0,03	0,01	0,01	0,01
2AJ		0,05	0,01	0,02	0,01	0,03			0,11	0,15	0,08	0,06
3AJ		0,01	0,01	0,02	0,00	0,01			0,06	0,02	0,01	0,02
4AJ		0,02	0,01	0,01	0,00	0,02			0,13	0,07	0,04	0,04
5AJ		0,02	0,01	0,01	0,00	0,01			0,04	0,02	0,01	0,01
6AJ		0,03	0,01	0,01	0,00	0,01			0,08	0,02	0,01	0,02
7AJ		0,03	0,01	0,02	0,00	0,01			0,18	0,05	0,02	0,04
8AJ		0,06	0,01	0,03	0,00	0,04			0,17	0,03	0,05	0,05

Metais Totais	IndERMAI	IndERMAs	IndERMcd	IndERMPb	IndERMcu	IndERMcr	IndERMFe	IndERMMn	IndERMHg	IndERMNi	IndERMZn	QuocientMedERM
1AK		0,02	0,01	0,01	0,00	0,02			0,03	0,02	0,02	0,01
2AK		0,01	0,01	0,00	0,00	0,01			0,03	0,01	0,01	0,01
3AK		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00			0,03	0,01	0,02	0,01
4AK		0,07	0,01	0,01	0,01	0,04			0,06	0,19	0,28	0,08
5AK		0,02	0,01	0,01	0,00	0,01			0,03	0,03	0,02	0,02
6AK		0,12	0,01	0,04	0,00	0,03			0,07	0,02	0,03	0,04
7AK		0,02	0,01	0,00	0,01	0,01			0,03	0,07	0,04	0,02
8AK		0,03	0,01	0,05	0,00	0,02			0,06	0,05	0,07	0,04

Metais Totais	IndERMAI	IndERMAs	IndERMcd	IndERMPb	IndERMcu	IndERMcr	IndERMFe	IndERMMn	IndERMHg	IndERMNi	IndERMZn	QuocientMedERM
1AL		0,02	0,01	0,01	0,00	0,01			0,06	0,01	0,02	0,02
2AL		0,02	0,01	0,03	0,01	0,02			0,04	0,04	0,11	0,04
3AL		0,03	0,01	0,02	0,00	0,01			0,03	0,01	0,02	0,02
4AL		0,04	0,01	0,03	0,01	0,02			0,07	0,04	0,09	0,04
5AL		0,05	0,01	0,06	0,03	0,02			0,06	0,09	0,14	0,06
6AL		0,04	0,01	0,02	0,01	0,01			0,03	0,03	0,03	0,02
7AL		0,04	0,01	0,03	0,02	0,01			0,07	0,07	0,07	0,04
8AL		0,04	0,01	0,03	0,01	0,02			0,13	0,04	0,20	0,06



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.8 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção TEL, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndTELAl	IndTELAs	IndTELCd	IndTELPb	IndTELCu	IndTELCr	IndTELFe	IndTELMn	IndTElHg	IndTElNi	IndTElZn	QuocientMedTEL
1AI		0,09	0,09	0,08	0,03	0,03			0,15	0,03	0,04	0,07
2AI		0,90	0,09	0,84	0,58	0,45			0,46	0,62	0,41	0,54
3AI		0,10	0,09	0,17	0,03	0,05			0,15	0,07	0,07	0,09
4AI		1,95	0,09	0,29	0,14	0,88			0,15	0,15	0,22	0,48
5AI		0,14	0,09	0,21	0,10	0,09			0,15	0,17	0,14	0,14
6AI		0,63	0,09	0,17	0,07	0,09			0,23	0,11	0,07	0,18
7AI		0,42	0,09	0,32	0,23	0,15			0,23	0,42	0,22	0,26
8AI		0,49	0,09	0,38	0,24	0,21			0,15	0,21	0,25	0,25

Metais Totais	IndTELAl	IndTELAs	IndTELCd	IndTELPb	IndTELCu	IndTELCr	IndTELFe	IndTELMn	IndTElHg	IndTElNi	IndTElZn	QuocientMedTEL
1AJ		0,14	0,09	0,05	0,03	0,03			0,15	0,03	0,03	0,07
2AJ		0,46	0,09	0,13	0,14	0,20			0,62	0,48	0,26	0,30
3AJ		0,05	0,09	0,15	0,03	0,05			0,31	0,05	0,04	0,10
4AJ		0,21	0,09	0,08	0,03	0,13			0,69	0,21	0,14	0,20
5AJ		0,18	0,09	0,09	0,03	0,04			0,23	0,06	0,04	0,09
6AJ		0,27	0,09	0,06	0,03	0,05			0,46	0,08	0,04	0,13
7AJ		0,27	0,09	0,15	0,03	0,07			1,00	0,17	0,08	0,23
8AJ		0,62	0,09	0,24	0,03	0,28			0,92	0,10	0,16	0,31

Metais Totais	IndTELAl	IndTELAs	IndTELCd	IndTELPb	IndTELCu	IndTELCr	IndTELFe	IndTELMn	IndTElHg	IndTElNi	IndTElZn	QuocientMedTEL
1AK		0,20	0,09	0,06	0,03	0,13			0,15	0,05	0,06	0,10
2AK		0,08	0,09	0,03	0,03	0,06			0,15	0,05	0,05	0,07
3AK		0,10	0,09	0,06	0,04	0,03			0,15	0,02	0,06	0,07
4AK		0,63	0,09	0,09	0,19	0,30			0,31	0,63	0,91	0,39
5AK		0,18	0,09	0,05	0,03	0,06			0,15	0,11	0,08	0,09
6AK		1,15	0,09	0,31	0,03	0,18			0,38	0,05	0,11	0,29
7AK		0,21	0,09	0,02	0,09	0,10			0,15	0,23	0,13	0,13
8AK		0,27	0,09	0,38	0,07	0,16			0,31	0,17	0,25	0,21

Metais Totais	IndTELAl	IndTELAs	IndTELCd	IndTELPb	IndTELCu	IndTELCr	IndTELFe	IndTELMn	IndTElHg	IndTElNi	IndTElZn	QuocientMedTEL
1AL		0,19	0,09	0,09	0,06	0,04			0,31	0,02	0,06	0,11
2AL		0,23	0,09	0,21	0,18	0,14			0,23	0,15	0,37	0,20
3AL		0,24	0,09	0,14	0,03	0,07			0,15	0,03	0,07	0,10
4AL		0,34	0,09	0,21	0,08	0,12			0,38	0,15	0,30	0,21
5AL		0,52	0,09	0,41	0,43	0,11			0,31	0,28	0,46	0,33
6AL		0,39	0,09	0,13	0,13	0,06			0,15	0,10	0,10	0,14
7AL		0,34	0,09	0,23	0,27	0,07			0,38	0,22	0,23	0,23
8AL		0,35	0,09	0,19	0,19	0,11			0,69	0,12	0,65	0,30



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Quadro 4.3.9 - Comparação entre as diretrizes de qualidade de sedimentos (SQGs) com concentrações de metais As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Ni e Zn (ppm) e Fe e Al (%) de todos os locais estudados no Arroio Candiota, aqui estão os resultados da comparação com a concepção PEL, nas quatro campanhas amostrais AI, AJ, AK e AL.

Metais Totais	IndPELAI	IndPELAS	IndPELCd	IndPELPb	IndPELCu	IndPELcr	IndPELFe	IndPELMn	IndPELHg	IndPELNi	IndPELZn	QuocientMedPEL
1AI		0,02	0,01	0,02	0,01	0,01			0,03	0,01	0,02	0,02
2AI		0,16	0,01	0,23	0,10	0,15			0,09	0,23	0,19	0,14
3AI		0,02	0,01	0,05	0,01	0,02			0,03	0,03	0,03	0,02
4AI		0,34	0,01	0,08	0,02	0,29			0,03	0,06	0,10	0,12
5AI		0,03	0,01	0,06	0,02	0,03			0,03	0,06	0,06	0,04
6AI		0,11	0,01	0,05	0,01	0,03			0,04	0,04	0,03	0,04
7AI		0,07	0,01	0,09	0,04	0,05			0,04	0,15	0,10	0,07
8AI		0,08	0,01	0,10	0,04	0,07			0,03	0,08	0,11	0,07

Metais Totais	IndPELAI	IndPELAS	IndPELCd	IndPELPb	IndPELCu	IndPELcr	IndPELFe	IndPELMn	IndPELHg	IndPELNi	IndPELZn	QuocientMedPEL
1AJ		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			0,03	0,01	0,01	0,02
2AJ		0,08	0,01	0,04	0,02	0,07			0,11	0,18	0,12	0,08
3AJ		0,01	0,01	0,04	0,01	0,02			0,06	0,02	0,02	0,02
4AJ		0,04	0,01	0,02	0,01	0,04			0,13	0,08	0,06	0,05
5AJ		0,03	0,01	0,02	0,01	0,01			0,04	0,02	0,02	0,02
6AJ		0,05	0,01	0,02	0,01	0,02			0,09	0,03	0,02	0,03
7AJ		0,05	0,01	0,04	0,01	0,02			0,19	0,06	0,04	0,05
8AJ		0,11	0,01	0,07	0,01	0,09			0,17	0,04	0,07	0,07

Metais Totais	IndPELAI	IndPELAS	IndPELCd	IndPELPb	IndPELCu	IndPELcr	IndPELFe	IndPELMn	IndPELHg	IndPELNi	IndPELZn	QuocientMedPEL
1AK		0,04	0,01	0,02	0,01	0,04			0,03	0,02	0,03	0,02
2AK		0,01	0,01	0,01	0,01	0,02			0,03	0,02	0,02	0,02
3AK		0,02	0,01	0,02	0,01	0,01			0,03	0,01	0,03	0,02
4AK		0,11	0,01	0,03	0,03	0,10			0,06	0,23	0,42	0,12
5AK		0,03	0,01	0,01	0,01	0,02			0,03	0,04	0,04	0,02
6AK		0,20	0,01	0,08	0,01	0,06			0,07	0,02	0,05	0,06
7AK		0,04	0,01	0,00	0,01	0,03			0,03	0,09	0,06	0,03
8AK		0,05	0,01	0,10	0,01	0,05			0,06	0,06	0,11	0,06

Metais Totais	IndPELAI	IndPELAS	IndPELCd	IndPELPb	IndPELCu	IndPELcr	IndPELFe	IndPELMn	IndPELHg	IndPELNi	IndPELZn	QuocientMedPEL
1AL		0,03	0,01	0,02	0,01	0,01			0,06	0,01	0,03	0,02
2AL		0,04	0,01	0,06	0,03	0,05			0,04	0,05	0,17	0,06
3AL		0,04	0,01	0,04	0,01	0,02			0,03	0,01	0,03	0,02
4AL		0,06	0,01	0,06	0,01	0,04			0,07	0,05	0,14	0,06
5AL		0,09	0,01	0,11	0,07	0,04			0,06	0,10	0,21	0,09
6AL		0,07	0,01	0,03	0,02	0,02			0,03	0,04	0,04	0,03
7AL		0,06	0,01	0,06	0,05	0,02			0,07	0,08	0,11	0,06
8AL		0,06	0,01	0,05	0,03	0,04			0,13	0,05	0,30	0,08

Os quadros 4.3.2 a 4.3.9, acima, mostram as 4 concepções utilizadas como linhas guias da qualidade de sedimentos no mundo inteiro, tabela 4.3.3. Elas foram criadas para gerenciar a qualidade do descarte de material produto de dragagem dos corpos hídricos. Utilizam-se estas guias pois elas guardam em sua origem observações científicas frente a bioensaios, isto é, são produto de observações por vários pesquisadores de efeitos sobre a biota de determinadas concentrações de elementos químicos.



Quadro 4.3.10 - Tábua para estabelecer a condição do sedimento frente a comparação da concentração encontrada com o benchmark utilizado, foi aplicada nas tabelas que registram a aplicação das concepções SQG nos quadros 2 a 9.

Contaminação mínima: $0 \leq SQGQ < 0,1$

Contaminação moderada: $0,1 \leq SQGQ \leq 0,25$

Contaminação alta: $SQGQ > 0,25$

Análises estatísticas multivariadas

Análise de componentes principais / análise fatorial

Na tabela 4.3.26, testa-se a efetividade da análise fatorial no conjunto de dados. Os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e a esfericidade de Bartlett foram realizados para examinar a adequação dos dados para PCA / FA. O KMO é uma medida de adequação de amostragem indica a proporção de variação que é comum, ou seja, isso pode ser causado por fatores subjacentes. Um valor alto (próximo a 1) geralmente indica que o componente principal / análise fatorial pode ser útil, como foi o caso neste estudo, em que o $KMO = 0,776$.

A PCA / FA foi realizada nos dados normalizados para comparar padrão composicional entre as amostras de sedimento e identificar os fatores que influenciam cada um. PCA de todo o conjunto de dados, na Tabela 4.3.26 revelou três PCs com autovalores > 1 que explicaram cerca de 72,63% da variância total no conjunto de dados de qualidade de sedimentos.

Tabela 4.3.26 – Resultado do teste de esfericidade de Bartlett's, mostrando a possibilidade de aplicar a Análise Fatorial nos dados. 0,776 muito próximo a 1.

	KMO and Bartlett's Test	
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,776
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	270,723
	df	45
	Sig.	0



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.27 - Resultado da análise fatorial, as variáveis originais, onze no total, foram reduzidas a duas variáveis hipotéticas, isto é, dois fatores, explicam 72,63% da variância dos dados.

			Total da Variância Explicado Pela Análise			Soma de Rotação de Cargas Quadradas			
		Eigenvalues Iniciais		Soma de Extração de Cargas Quadradas					
Component	Total	% of Variância	% Acumulado	Total	% da Variância	%Acumulado	Total	% of Variância	% Acumulada
1	5,875	58,752	58,752	5,875	58,752	58,752	4,001	40,014	40,014
2	1,388	13,885	72,636	1,388	13,885	72,636	3,262	32,622	72,636
3	0,965	9,646	82,282						
4	0,569	5,691	87,973						
5	0,469	4,688	92,661						
6	0,339	3,394	96,055						
7	0,154	1,535	97,591						
8	0,128	1,282	98,872						
9	0,071	0,712	99,584						
10	0,042	0,416	100						
Método de Extração: Análise de Componentes Principais									

O primeiro componente responsável por 40,01% da variância total foi referenciado aos seguintes elementos medidos, Alumínio, Cobre, Manganês, Níquel e Zinco, isto é, as variáveis originais que compõe esta variável hipotética 1.

O segundo componente responsável por 32,62 % da explicação da variância referenciado aos seguintes elementos medidos nos sedimentos do Arroio Candiota, Arsênio, Chumbo, Cromo, Ferro e Mercúrio, estes elementos constituem-se nas variáveis originais que compõe agora a variável hipotética 2.

Análise de cluster

A análise de agrupamento (CA) foi aplicada à qualidade dos sedimentos do rio no conjunto de dados para agrupar os locais de amostragem semelhantes (variabilidade espacial). CA espacial produziu um dendrograma figura. 4.3.2 onde todas os oito locais de amostragens no arroio foram agrupados em três grupos estatisticamente significativos.

Uma análise de cluster apresenta a organização por similaridade dos elementos medidos e outro dendrograma da mesma análise apresenta o agrupamento das estações de medidas,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

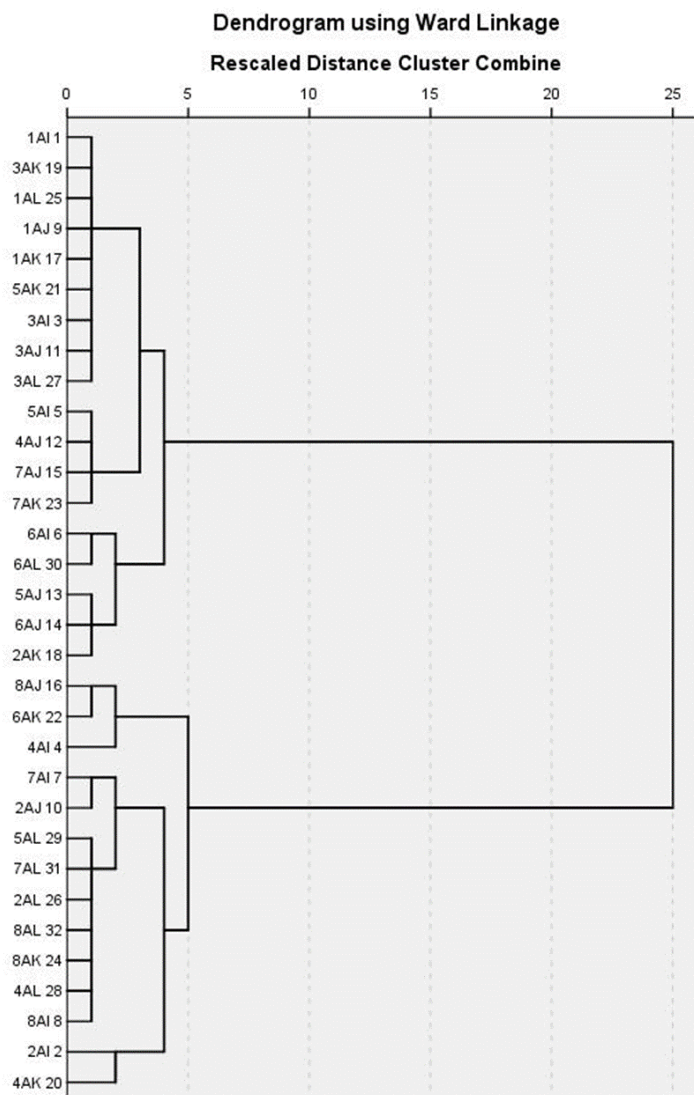


Figura 4.3.2 - Dendrograma mostrando agrupamento de locais de amostragem e os períodos de amostragem que podem ser estabelecidos pelo sufixo alfabético de cada local relacionado, no Arroio Candiota.

Obs: AI- campanha amostral em novembro de 2017;

AJ-campanha amostral em janeiro de 2018;

AK-campanha amostral em abril de 2018;

AL-campanha amostral em julho de 2018.

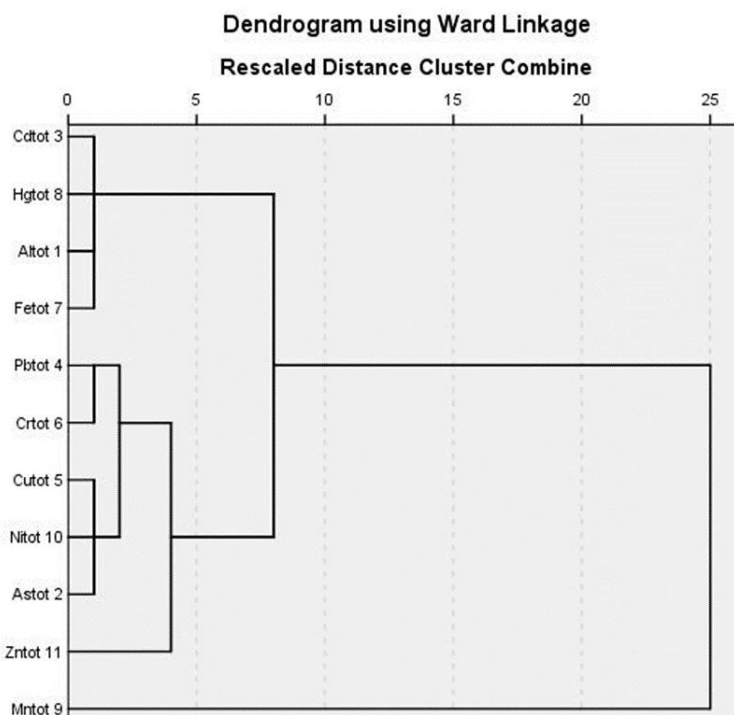


Figura 4.3.3 - Dendrograma mostrando agrupamento dos parâmetros analisados nos sedimentos.

Matriz de correlação

Para estabelecer relações entre metais e determinar a fonte comum de metais no Arroio Candiota, uma matriz de correlação foi calculada para metais nos sedimentos. De acordo para os valores dos coeficientes de correlação de Pearson, tabela 4.3.28. Existe correlação positiva entre os elementos estudados. Com exceção ao Mercúrio que não apresentou nenhum bom coeficiente de correlação. Já o Ferro não se correlacionou (significativamente) com o Mercúrio e com o Manganês.

No estudo, o Fe não apresentou correlação significativa com Mn e Hg não apresentaram correlação significativa com Zn. Fe foi significativamente correlacionados com o Pb ($r = 0,853$, $p < 0,01$), indicando que os elementos foram derivados de fontes litogênicas.



Tabela 4.3.28 - Coeficientes de correlação de "Pearson", calculados para 10 das variáveis representadas pelos metais totais, já que o Cd se apresentou como uma constante no período amostral.

			Correlations							
Pearson	Altot	Astot	Pbtot	Cutot	Crtot	Fetot	Mntot	Hgtot	Nitot	Zntot
Altot	1									
Astot	,410*	1								
Pbtot	,506**	,602**	1							
Cutot	,735**	,514**	,635**	1						
Crtot	,544**	,836**	,592**	,529**	1					
Fetot	,473**	,894**	,589**	,419*	,913**	1				
Mntot	,569**	0,24	,496**	,616**	,455**		1			
Hgtot								1		
Nitot	,772**	,495**	,458**	,755**	,647**	,508**	,626**		1	
Zntot	,598**	,573**	,587**	,792**	,696**	,586**	,714**		,784**	1
			*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).							
			**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							

Calculando Coordenadas da Tríade dos Sedimentos

Coordenadas dos Macroinvertebrados Bentônicos

As variáveis que caracterizam o estado dos macroinvertebrados bentônicos encaminhadas pela especialista Bióloga MSc Suzana Maria Fagundes de Freitas, foram a Riqueza de espécies, o número de indivíduos diversidade de Shannon, a equitabilidade e o índice BMWP. Estes valores foram estatisticamente descritos. Esta descrição está nas tabelas 4.3.29 a 4.3.32.

A estatística foi realizada para cada uma das campanhas amostrais, uma vez que o local de referência a estação 1 sempre deverá ser comparada.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.29 - Estatística descritiva das variáveis que caracterizam a comunidade bentônica do Arroio Candiota na campanha amostral Ai- Novembro de 2017 em 8 locais amostrais. Valores das variáveis fornecidos pela Bióloga MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, autora do capítulo macroinvertebrados bentônicos deste monitoramento.

	Descriptive Statistics								
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	d. Deviatric	Variance	Skewness	Kurtosis
AI	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
Riqueza	8	31	8	39	21,25	12,453	155,071	0,304	-1,763
Nº Individuos	8	14485	99	14584	2314	5003,544	2,50E+07	2,732	7,557
Shannon_H	8	1,5683	0,6537	2,222	1,523888	0,590599	0,349	-0,289	-1,759
Equitability_J	8	0,4042	0,28	0,6842	0,5269	0,159568	0,025	-0,867	-0,826
BMWP	8	155	18	173	90,38	69,366	4811,696	0,317	-2,148

Tabela 4.3.30 - Estatística descritiva das variáveis que caracterizam a comunidade bentônica do Arroio Candiota na campanha amostral AJ- janeiro de 2018 em 8 locais amostrais. Valores das variáveis fornecidos pela Bióloga MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, autora do capítulo macroinvertebrados bentônicos deste monitoramento.

	Descriptive Statistics								
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	d. Deviatric	Variance	Skewness	Kurtosis
AJ	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
Riqueza	8	37	5	42	21	14,132	199,714	0,171	-1,587
Nº Individuos	8	1590	91	1681	736,75	624,633	390165,9	0,393	-1,757
Shannon_H	8	1,7361	0,8129	2,549	1,715275	0,736196	0,542	-0,304	-2,053
Equitability_J	8	0,2827	0,4217	0,7044	0,59805	0,104039	0,011	-0,587	-0,98
BMWP	8	192	12	204	96	71,863	5164,286	0,137	-1,558

Tabela 4.3.31 - Estatística descritiva das variáveis que caracterizam a comunidade bentônica do Arroio Candiota na campanha amostral AK- abril de 2018 em 8 locais amostrais. Valores das variáveis fornecidos pela Bióloga MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, autora do capítulo macroinvertebrados bentônicos deste monitoramento.

	Descriptive Statistics								
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	d. Deviatric	Variance	Skewness	Kurtosis
AK	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
Riqueza	8	34	6	40	22,75	15,163	229,929	0,075	-2,394
Nº Individuos	8	3671	120	3791	1079,75	1232,916	1520081	1,754	3,483
Shannon_H	8	2,1258	0,3372	2,463	1,430775	0,95293	0,908	0,053	-2,531
Equitability_J	8	0,5141	0,1733	0,6874	0,450175	0,210814	0,044	-0,074	-2,273
BMWP	8	187	18	205	109,88	83,496	6971,554	0,067	-2,534



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.32 - Estatística descritiva das variáveis que caracterizam a comunidade bentônica do Arroio Candiota na campanha amostral AL- julho de 2018 em 8 locais amostrais. Valores das variáveis fornecidos pela Bióloga MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, autora do capítulo macroinvertebrados bentônicos deste monitoramento.

	Descriptive Statistics								
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	d. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis
AL	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
Riqueza	8	22	4	26	11,25	6,563	43,071	1,854	4,407
Nº Indivíduos	8	599	92	691	298,75	206,144	42495,36	1,04	0,599
Shannon_H	8	1,1313	0,6497	1,781	1,235075	0,456572	0,208	-0,095	-1,781
Equitability_J	8	0,5384	0,2976	0,836	0,539425	0,172534	0,03	0,674	0,108
BMWP	8	97	8	105	39	29,199	852,571	1,89	4,58

Nas tabelas 4.3.33 até a tabela 4.3.36 foram calculados a normalização das variáveis que descrevem os macroinvertebrados no Arroio Candiota e na última coluna calcula-se a coordenada para os macroinvertebrados bentônicos (bentos), na tríade dos sedimentos. Esta coordenada é obtida pelo somatório das normalizações dividido pelo número das variáveis usadas para descrever (cinco variáveis).

Já na tabela 4.3.37 apresentam-se as coordenadas dos macroinvertebrados listadas por campanha.

Tabela 4.3.33 - Cálculo das coordenadas da situação dos macroinvertebrados, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AI- Novembro de 2017,

AI	Riqueza	Normaliz.P/Média	Nº Indivíduos	Normaliz.P/Média	Shannon_H	Normaliz.P/Média	Equitability_J	Normaliz.P/Média	BMWP	Normaliz.P/Média	RTMedVb-AI
CAN1	39	1,84	796,00	0,34	2,22	1,46	0,61	1,16	169,00	1,87	1,33
CAN2	35	1,65	2127,00	0,92	1,90	1,25	0,54	1,02	168,00	1,86	1,34
CAN3	31	1,46	14584,00	6,30	0,96	0,63	0,28	0,53	173,00	1,91	2,17
CAN4	18	0,85	285,00	0,12	1,94	1,27	0,67	1,27	62,00	0,69	0,84
CAN5	9	0,42	236,00	0,10	0,65	0,43	0,30	0,56	24,00	0,27	0,36
CAN6	9	0,42	99,00	0,04	1,39	0,91	0,63	1,20	26,00	0,29	0,57
CAN7	8	0,38	111,00	0,05	1,04	0,68	0,50	0,95	18,00	0,20	0,45
CAN8	21	0,99	274,00	0,12	2,08	1,37	0,68	1,30	83,00	0,92	0,94

Tabela 4.3.34 - Cálculo das coordenadas da situação dos macroinvertebrados, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AJ janeiro de 2018.

AJ	Riqueza	Normaliz.P/Média	Nº Indivíduos	Normaliz.P/Média	Shannon_H	Normaliz.P/Média	Equitability_J	Normaliz.P/Média	BMWP	Normaliz.P/Média	RTMedVb-AJ
CAN1	42	2,00	1119,00	1,52	2,55	1,49	0,68	1,14	204,00	2,13	1,65
CAN2	34	1,62	947,00	1,29	2,46	1,43	0,70	1,16	148,00	1,54	1,41
CAN3	25	1,19	1681,00	2,28	1,83	1,07	0,57	0,95	123,00	1,28	1,35
CAN4	31	1,48	1393,00	1,89	2,28	1,33	0,66	1,11	154,00	1,60	1,48
CAN5	5	0,24	176,00	0,24	0,87	0,51	0,54	0,91	12,00	0,13	0,40
CAN6	5	0,24	91,00	0,12	0,81	0,47	0,51	0,84	18,00	0,19	0,37
CAN7	9	0,43	227,00	0,31	0,93	0,54	0,42	0,71	31,00	0,32	0,46
CAN8	17	0,81	260,00	0,35	2,00	1,16	0,70	1,18	78,00	0,81	0,86



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.35 - Cálculo das coordenadas da situação dos macroinvertebrados, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AK abril de 2018.

AK	Riqueza	Normaliz.P/Média	Nº Indivíduos	Normaliz.P/Média	Shannon_H	Normaliz.P/Média	Equitability_J	Normaliz.P/Média	BMWP	Normaliz.P/Média	RTMedVb-AK
CAN1	40	1,76	1267,00	1,17	2,44	5,42	0,66	1,47	205,00	1,87	2,34
CAN2	40	1,76	3791,00	3,51	2,37	5,26	0,64	1,43	198,00	1,80	2,75
CAN3	30	1,32	1389,00	1,29	1,95	4,32	0,57	1,27	156,00	1,42	1,92
CAN4	36	1,58	1366,00	1,27	2,46	5,47	0,69	1,53	187,00	1,70	2,31
CAN5	7	0,31	277,00	0,26	0,34	0,75	0,17	0,38	33,00	0,30	0,40
CAN6	10	0,44	135,00	0,13	0,65	1,44	0,28	0,62	35,00	0,32	0,59
CAN7	13	0,57	293,00	0,27	0,65	1,45	0,25	0,57	47,00	0,43	0,66
CAN8	6	0,26	120,00	0,11	0,59	1,31	0,33	0,73	18,00	0,16	0,52

Tabela 4.3.36 - Cálculo das coordenadas da situação dos macroinvertebrados, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AL julho de 2018.

AL	Riqueza	Normaliz.P/Média	Nº Indivíduos	Normaliz.P/Média	Shannon_H	Normaliz.P/Média	Equitability_J	Normaliz.P/Média	BMWP	Normaliz.P/Média	RTMedVb-AL
CAN1	26	2,31	691,00	2,31	1,78	3,30	0,55	1,01	105,00	2,69	2,33
CAN2	13	1,16	256,00	0,86	1,17	2,16	0,46	0,84	44,00	1,13	1,23
CAN3	9	0,80	97,00	0,32	1,63	3,01	0,74	1,37	34,00	0,87	1,28
CAN4	8	0,71	92,00	0,31	1,74	3,22	0,84	1,55	19,00	0,49	1,26
CAN5	8	0,71	278,00	0,93	0,92	1,71	0,44	0,82	25,00	0,64	0,96
CAN6	4	0,36	159,00	0,53	0,65	1,20	0,47	0,87	8,00	0,21	0,63
CAN7	12	1,07	493,00	1,65	1,31	2,43	0,53	0,98	40,00	1,03	1,43
CAN8	10	0,89	324,00	1,08	0,69	1,27	0,30	0,55	37,00	0,95	0,95

Tabela 4.3.37 - Apresenta os resultados das coordenadas da tríade dos sedimentos para as variáveis que caracterizam a comunidade bentônica do Arroio Candiota, isto é Riqueza, número de indivíduos, diversidade de Shannon, Equitabilidade e o índice BMWP.

AI	RTMedVb-AI	AJ	RTMedVb-AJ	AK	RTMedVb-AK	AL	RTMaxVb-AL
CAN1	1,333	CAN1	1,654	CAN1	2,338	CAN1	2,326
CAN2	1,339	CAN2	1,408	CAN2	2,751	CAN2	1,230
CAN3	2,168	CAN3	1,355	CAN3	1,924	CAN3	1,277
CAN4	0,840	CAN4	1,481	CAN4	2,310	CAN4	1,256
CAN5	0,357	CAN5	0,404	CAN5	0,400	CAN5	0,962
CAN6	0,574	CAN6	0,374	CAN6	0,589	CAN6	0,633
CAN7	0,451	CAN7	0,461	CAN7	0,657	CAN7	1,431
CAN8	0,938	CAN8	0,863	CAN8	0,516	CAN8	0,949

1- RTMedVb- Ratio To Mean Values Bentos.

AI campanha amostral novembro de 2017;

AJ-campanha amostral janeiro de 2018;

AK-campanha amostral abril de 2018;

AL-campanha amostral julho de 2018.

Coordenadas da Ecotoxicologia dos Sedimentos

A variável que caracteriza o resultado dos bioensaios com os sedimentos e, portanto, também a exemplo dos macroinvertebrados constituem-se em uma variável que determina o estado ambiental (saúde) dos sedimentos foram encaminhadas pelo especialista em Ecotoxicologia Biólogo Dr,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Alexandre Arenzon, a partir disso foi estatisticamente descrito e a sua média utilizada em cada uma dos locais e das estações frente as respostas dos bioensaios.

As coordenadas foram calculadas e estão apresentadas nas tabelas 4.3.38 a 4.3.41

Tabela 4.3.38 - Cálculo das coordenadas da situação dos sedimentos de calha fluvial frente aos bioensaios de ecotoxicidade, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AI novembro de 2017.

AI	Mortalidade	Médias	RTMedVe-AI
EA 1	0,073	13,125	0,005561905
EA2	0	34,375	0
EA 3	0,089	8,75	0,010171429
EA 4	0,112	3,125	0,03584
EA 5	0,13	11,875	0,010947368
EA 6	0	20,625	0
EA 7	0,111	11,25	0,009866667
EA 8	0,079	8,125	0,009723077

Tabela 4.3.39 - Cálculo das coordenadas da situação dos sedimentos de calha fluvial frente aos bioensaios de ecotoxicidade, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AJ janeiro de 2018.

AJ	Mortalidade	Médias	RTMedVe-AJ
EA 1	0,151	13,125	0,011504762
EA2	0	34,375	0
EA 3	0,204	8,75	0,023314286
EA 4	0,185	3,125	0,0592
EA 5	0,149	11,875	0,012547368
EA 6	0,134	20,625	0,00649697
EA 7	0,153	11,25	0,0136
EA 8	0,133	8,125	0,016369231



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.40 - Cálculo das coordenadas da situação dos sedimentos de calha fluvial frente aos bioensaios de ecotoxicidade, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AK abril de 2018.

AK	Mortalidade	Médias	RTMedVe-AK
EA 1	0,166	13,125	0,012647619
EA2	0,167	34,375	0,004858182
EA 3	0,177	8,75	0,020228571
EA 4	0,189	3,125	0,06048
EA 5	0,143	11,875	0,012042105
EA 6	0,129	20,625	0,006254545
EA 7	0,125	11,25	0,011111111
EA 8	0,111	8,125	0,013661538

Tabela 4.3.41 - Cálculo das coordenadas da situação dos sedimentos de calha fluvial frente aos bioensaios de ecotoxicidade, dos oito locais monitorados na calha fluvial do Arroio Candiota, campanha amostral AL julho de 2018.

AL	Mortalidade	Médias	RTMedVe-AL
EA 1	0,24	13,125	0,018285714
EA2	0	34,375	0
EA 3	0	8,75	0
EA 4	0,219	3,125	0,07008
EA 5	0	11,875	0
EA 6	0,22	20,625	0,010666667
EA 7	0	11,25	0
EA 8	0,205	8,125	0,025230769

Coordenadas da Química dos Sedimentos

A exemplo do que foi realizado com o Macroinvertebrados Bentônicos, a Ecotoxicologia dos Sedimentos, foram calculadas as coordenadas da química dos sedimentos, isto é restrito aos onze elementos estudados, Alumínio, Arsênio, cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel e Zinco.

Portanto considerando a química dos sedimentos foram calculadas as coordenadas da mesma maneira que foram apresentadas para o estado dos Macroinvertebrados e a Ecotoxicologia. Foi realizada a estatística descritiva dos dados por local amostral e por campanha amostral e houve a



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

normalização destes dados usando as médias. Calcularam-se as coordenadas realizando um somatório de cada uma das onze variáveis, normalizadas pela média e após dividindo pelo número de variáveis aptas a descrever o sistema.

Nas tabelas 4.3.42 até a 4.3.45 apresentam-se as coordenadas para a química dos sedimentos.

Tabela 4.3.42 - Tabela mostrando as coordenadas de cada um dos locais amostrais na campanha de novembro de 2017.

<i>Metais Totais</i>	RTMedVq-AI
1AI	0,267
2AI	2,661
3AI	0,389
4AI	1,478
5AI	0,559
6AI	0,570
7AI	1,011
8AI	1,066

Tabela 4.3.43 - Tabela mostrando as coordenadas de cada um dos locais amostrais na campanha de janeiro de 2018.

<i>Metais Totais</i>	RTMedVqCamp-AJ
1AJ	0,442
2AJ	2,011
3AJ	0,663
4AJ	1,025
5AJ	0,512
6AJ	0,621
7AJ	1,117
8AJ	1,609



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.44 - Tabela mostrando as coordenadas de cada um dos locais amostrais na campanha de abril de 2018

<i>Metais Totais</i>	<i>RTMedVqCamp-AK</i>
1AK	0,512
2AK	0,337
3AK	0,392
4AK	2,343
5AK	0,494
6AK	1,312
7AK	0,806
8AK	1,255

Tabela 4.3.45 - Tabela mostrando as coordenadas de cada um dos locais amostrais na campanha de julho de 2018.

<i>Metais Totais</i>	<i>RTMedVqCamp-AL</i>
1AL	0,424
2AL	1,066
3AL	0,502
4AL	1,041
5AL	1,819
6AL	0,611
7AL	1,204
8AL	1,332

Após realizado este cálculo de coordenadas, constroem-se os triângulos, considerando que cada uma destas coordenadas irá determinar, num eixo ternário, a posição dos três vértices de um triângulo (matematicamente qualquer) representando cada um dos compartimentos do estudo Macrobentos (infauna), Ecotoxicologia dos Sedimentos e a Química dos Sedimentos. Os triângulos obtidos podem ser considerados uma assinatura dos sedimentos da calha do Arroio Candiota.

Ao plotar o triângulo que representa uma determinada estação em uma determinada campanha amostral, é plotado também em **azul** um triângulo que representa o local de referência, estação 1, para aquela campanha que se está analisando.

Na cor laranja, é plotado o triângulo que está sendo analisado, a comparação é visual mas poderá ser matemática.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

O vértice 1 representa a química dos sedimentos, o vértice 2 o macrobentos e o vértice 3 a ecotoxicologia, gerando triângulos que representam os sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial do Arroio Candiota.

Tabela 4.3.46 - Coordenadas dada pela química dos sedimentos, pela saúde do Macrobentos e a ecotoxicologia dos sedimentos do Arroio Candiota, para cada estação amostral na campanha AI- novembro de 2017,

Metais Totais	RTMedV-CampAI	RTMedVb-CampAI	RTMedVe-CampAI
1AI	0,33327681	1,333265158	0,005561905
2AI	2,510364827	1,33934436	0
3AI	0,444186377	2,16755334	0,010171429
4AI	1,434133241	0,840344945	0,03584
5AI	0,599081089	0,356930917	0,010947368
6AI	0,609296666	0,57366795	0
7AI	1,009770288	0,450718946	0,009866667
8AI	1,059879387	0,938085344	0,009723077

Tabela 4.3.47 - Coordenadas dadas pela química dos sedimentos, pela saúde do Macrobentos e a Ecotoxicologia dos sedimentos do Arroio Candiota, para cada estação amostral na campanha AJ- janeiro de 2018.

Metais Totais	RTMedVq-CampAJ	RTMedVb-CampAJ	RTMedVe-CampAJ
1AJ	0,492754057	1,654019493	0,011504762
2AJ	1,919210664	1,408292667	0
3AJ	0,693365167	1,354819231	0,023314286
4AJ	1,022514369	1,481252592	0,0592
5AJ	0,556023071	0,403837712	0,012547368
6AJ	0,655239804	0,373521413	0,00649697
7AJ	1,106636873	0,46097393	0,0136
8AJ	1,553733438	0,863282962	0,016369231



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 4.3.48 - Coordenadas dadas pela química dos sedimentos, pela saúde do Macrobentos e a Ecotoxicologia dos sedimentos do Arroio Candiota, para cada estação amostral na campanha AK- abril de 2018.

Metais Totais	RTMedVq-CampAK	RTMedVb-CampAK	RTMedVe-CampAK
1AK	0,556504719	2,338441478	0,012647619
2AK	0,397657721	2,751454397	0,004858182
3AK	0,447394878	1,924262216	0,020228571
4AK	2,220621667	2,309509839	0,06048
5AK	0,539643662	0,399712849	0,012042105
6AK	1,283669133	0,588508004	0,006254545
7AK	0,823762806	0,656970959	0,011111111
8AK	1,232000432	0,516289864	0,013661538

Tabela 4.3.49 - Coordenadas dadas pela química dos sedimentos, pela saúde do Macrobentos e a Ecotoxicologia dos sedimentos do Arroio Candiota, para cada estação amostral na campanha AL- julho de 2018.

Metais Totais	RTMedVq-CampAL	RTMedVb-CampAL	RTMedVe-CampAL
1AL	0,476411398	2,326345058	0,018285714
2AL	1,060047939	1,229551067	0
3AL	0,547582784	1,27660075	0
4AL	1,037497809	1,255968382	0,07008
5AL	1,744491989	0,962074442	0
6AL	0,64614946	0,633244029	0,010666667
7AL	1,185638537	1,430785439	0
8AL	1,302170256	0,948813139	0,025230769

Os gráficos são autoexplicativos e por si só encerram conclusões.

O triângulo **azul** representa sempre a estação 1, o local de referência, já o triângulo **laranja** representa o triângulo construído e analisado.

A seguir estão apresentados os triângulos a Tríade dos Sedimentos do Arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

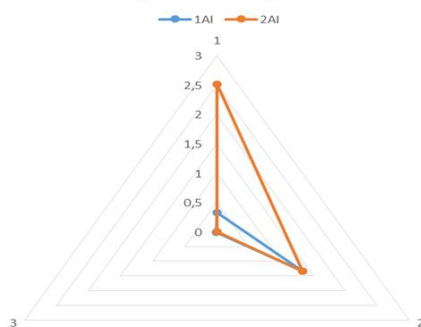
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

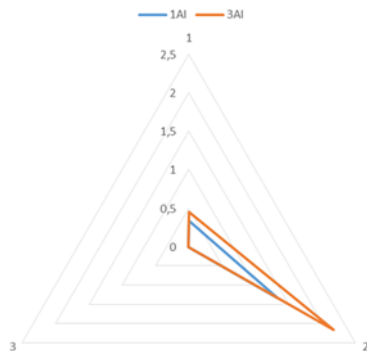
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

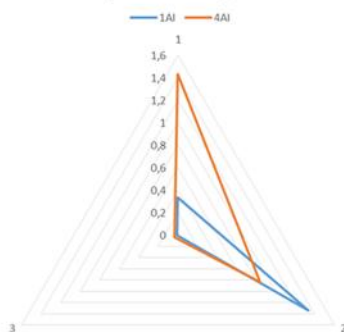
Estação 1AI X Estação 2AI



Estação 1AI X Estação 3AI



Estação 1AI X Estação 4AI





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

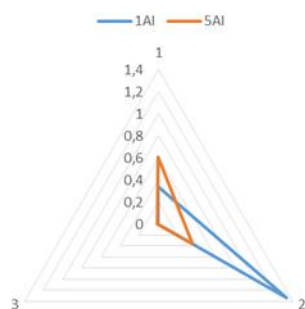
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

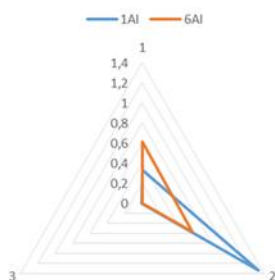
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

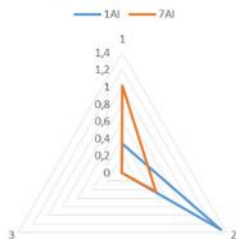
Estação 1AI x Estação 5AI



Estação 1AI x Estação 6AI



Estação 1AI x Estação 7AI





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

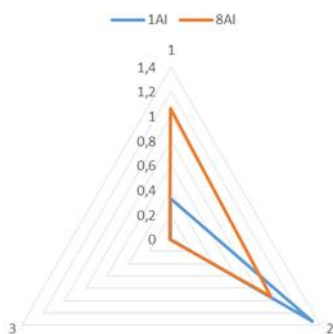
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

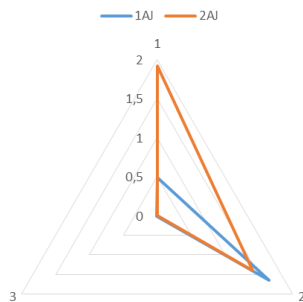
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

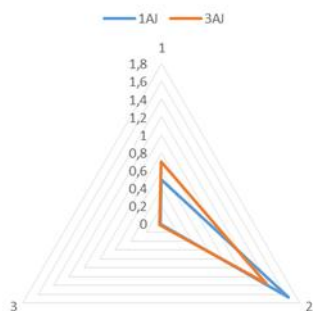
Estação 1AJ X Estação 8AJ



Estação 1AJ X Estação 2AJ



Estação 1AJ X Estação 3AJ

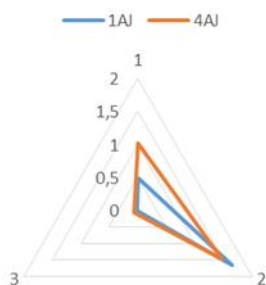




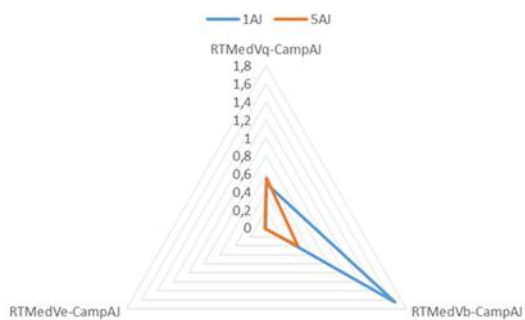
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

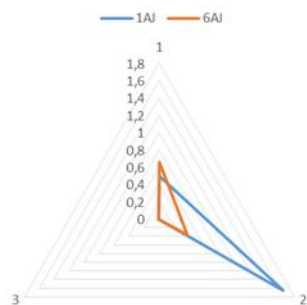
Título do Gráfico



Estação 1AJ X Estação 5AJ



Estação 1AJ X Estação 6AJ





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

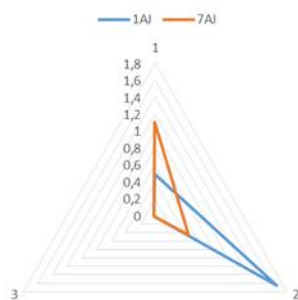
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

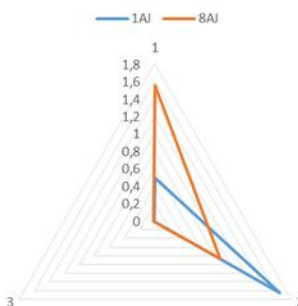
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

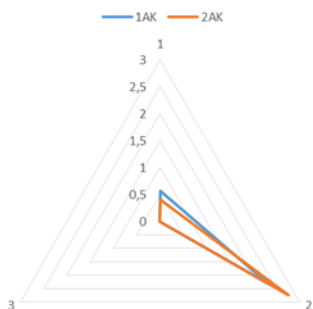
Estação 1AJ X Estação 7AJ



Estação 1AJ X Estação 8AJ



Estação AK X Estação 2AK

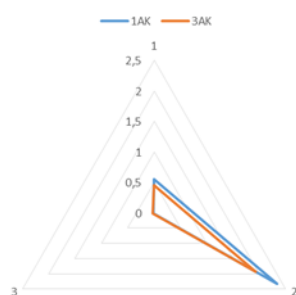




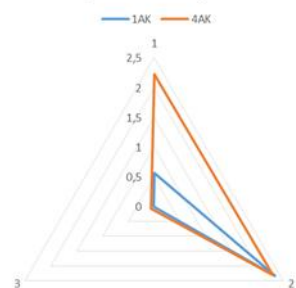
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

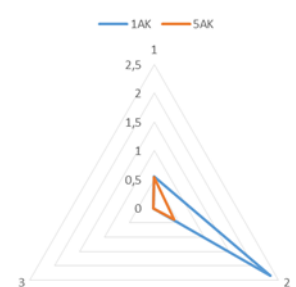
Estação 1AK X Estação 3AK



Estação 1AK X Estação 4AK



Estação 1AK X Estação 5AK

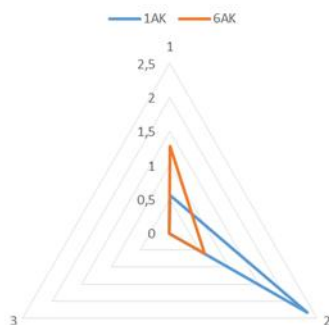




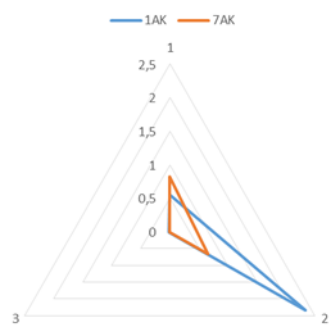
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

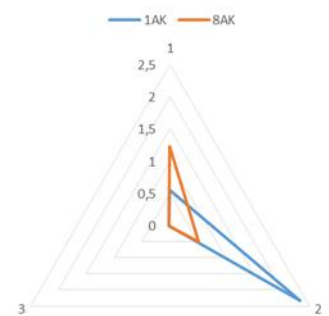
Estação 1AK X Estação 6AK



Estação 1ak X Estação 7AK



Estação 1AK X Estação 8AK





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

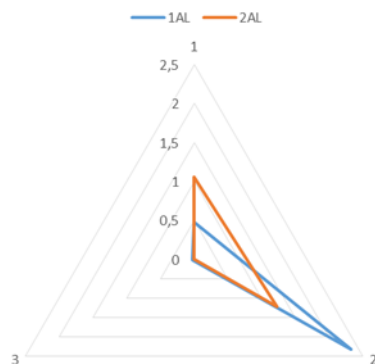
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

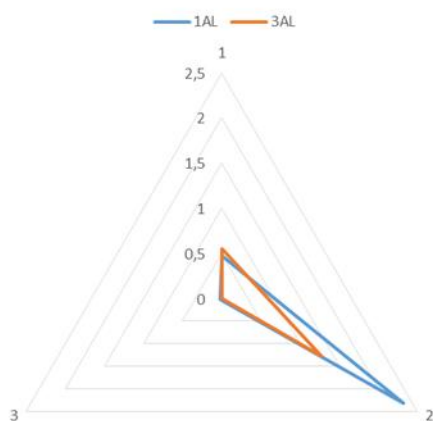
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Triáde dos Sedimentos
Estação 1AL X Estação 2AL



Estação 1AL X Estação 3AL





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

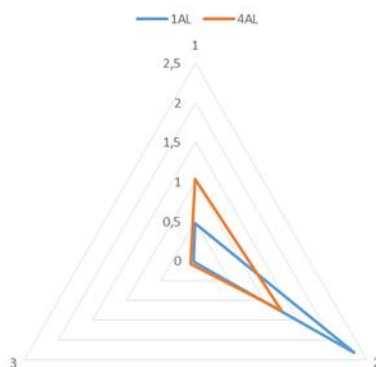
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

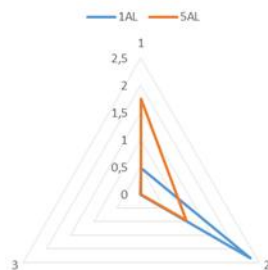
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

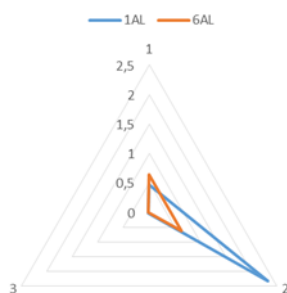
Estação 1AL X Estação 4AL



Estação 1AL X Estação 5AL



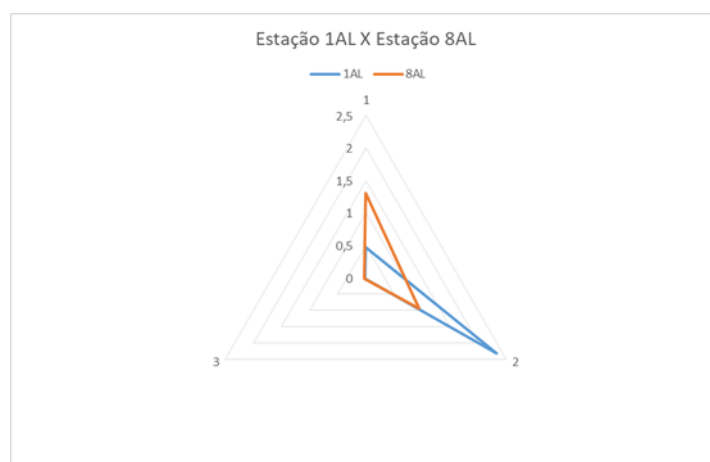
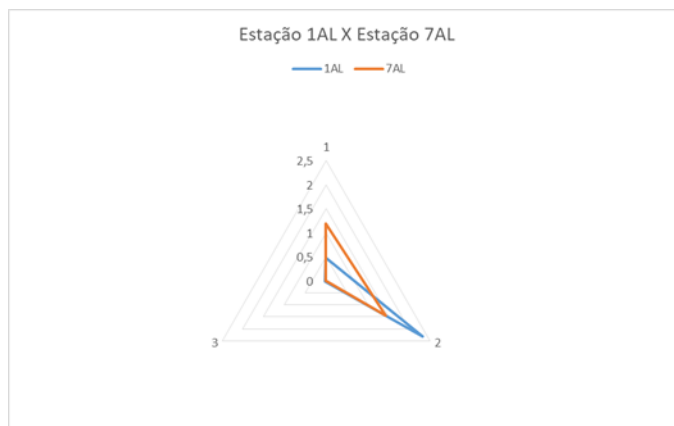
estação 1AL X Estação 6AL





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Conclusão

Diferentes ferramentas, métodos, diretrizes e índices úteis empregados para avaliação da situação ambiental dos sedimentos no Arroio Candiota.

A complexidade do sistema está sempre presente onde quer que se analise, seja na variância dos dados seja na associação dos elementos químicos, seja na variação da ecotoxicidade seja no equilíbrio das comunidades dos organismos em especial aqui os Macrobentos.

Mostra que os multiusos estão presentes na calha do Candiota, são muitos usos que chegam com seus efluentes até as áreas de estudo. Haja visto o posicionamento do efluente, estação 8. Hora em uma posição hora em



outra, frustrando as expectativas de quem estuda e faz prognósticos de encontrar algo que possa mostrar a origem da situação encontrada na calha do Candiota.

O que se pode afirmar é de que são muitos os usos responsáveis por esta situação ambiental que a luz do sedimento está aqui caracterizada.

Outra afirmação que se pode fazer é de que a gestão da abertura ou fechamento das comportas do barramento, a fonte fria, da térmica precisa ser realizada segundo normas técnicas. A onda de cheia produzida por uma abertura qualquer “limpa a calha do arroio” mas arrasta consigo uma quantidade muito grande de sedimentos e de formas vivas, e com eles os elementos químicos indesejáveis.

Mesmo assim estas taxas encontradas estabelecem uma situação de contaminação, pela pressão dos usos da bacia.

Extrapolando ao monitoramento ambiental as questões técnicas e científicas, foi realizado um experimento sobre percepção ambiental na cidade de Candiota com escolares da 5 a 9 series do ensino fundamental, e o desconhecimento sobre as atividades econômicas do lugar é quase total.

Nosso grupo de pesquisadores juntamente com o pessoal técnico da usina está conversando para estabelecer uma de influenciar o ensino formal, através de reuniões com os professores da rede de ensino local. Assim que os dados da percepção estejam devidamente tabulados serão encaminhados.

Isto vem de encontro a necessidade do conhecimento, mas também de que os usos da bacia assumam suas responsabilidades frente a comunidade, ao que parece, apenas um dos usos tem sido penalizado.



Urge que esta bacia seja organizada na forma de gestão, para que os seus usos dividam as responsabilidades, já que muitos anos se passaram e ao que parece o estudo é realizado apenas pela Usina Térmica Presidente Médici.

Resultados e Considerações para a Toxicidade do Sedimento

Ensaios de toxicidade do sedimento foram realizados com as amostras coletadas nos meses de novembro de 2017 e janeiro, abril e julho de 2018 nas sete Estações Amostrais (EA) pré-determinadas na Bacia do Arroio Candiota, além da Estação Amostral 8 (Ponto de lançamento do efluente da Termelétrica Presidente Médici), incluída desde julho de 2017. Os métodos utilizados para as avaliações estão listados na tabela 4.3.50.

Tabela 4.3.50 – Metodologias analíticas empregadas nos ensaios de toxicidade realizados nas amostras de sedimento.

PARÂMETRO	METODOLOGIA/REFERÊNCIA
Toxicidade aguda e crônica com <i>Hyalella azteca</i>	ABNT NBR 15470/2013

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 constituir-se em uma segunda fonte de contaminante muito tempo após a fonte original ser controlada (bomba química de tempo), sendo de extrema importância seu monitoramento.

No monitoramento do sedimento coletado na calha fluvial da bacia do Arroio Candiota (Tabela 4.3.51), todas as estações amostrais, a exceção da EA 4, apresentaram efeitos significativos na redução da sobrevivência (toxicidade aguda) ou crescimento (toxicidade crônica) dos organismos-teste, em algumas das campanhas amostrais. Entre estas estações amostrais, a EA 2 apresentou toxicidade em uma maior frequência, ocorrendo em 75% das campanhas amostrais.



Tabela 4.3.51 - Resultados das análises de toxicidade com o crustáceo *H. azteca* nas amostras de sedimento de fundo da calha fluvial da bacia do arroio Candiota, no período de coleta.

	Novembro/17		Janeiro/18		Abril/18		Julho/18	
Estação Amostral	Toxicidade	% de Mortalidade	Toxicidade	% de Mortalidade	Toxicidade	% de Mortalidade	Toxicidade	% de Mortalidade
EA 1		10%		2,5%		30%		10%
EA 2		67,5%		27,5%		17,5%		25%
EA 3		7,5%		0%		12,5%		15%
EA 4		0%		2,5%		5%		5%
EA 5		7,5%		2,5%		2,5%		35%
EA 6		67,5%		0%		10%		5%
EA 7		10%		0%		15%		20%
EA 8		5%		2,5%		20%		5%

NE = Nenhum Efeito, TC = Toxicidade crônica, TA = Toxicidade aguda - = Não Amostrado

	Toxicidade Aguda		Toxicidade Crônica		Nenhum Efeito
--	------------------	--	--------------------	--	---------------

A figura 4.3.4 apresenta os percentuais de efeitos deletérios causados pela exposição das amostras de oitos estações amostrais sobre a sobrevivência e o crescimento de *Hyaella azteca*, organismo bentônico que vive diretamente em contato com o sedimento, ao longo das quatro campanhas realizadas.

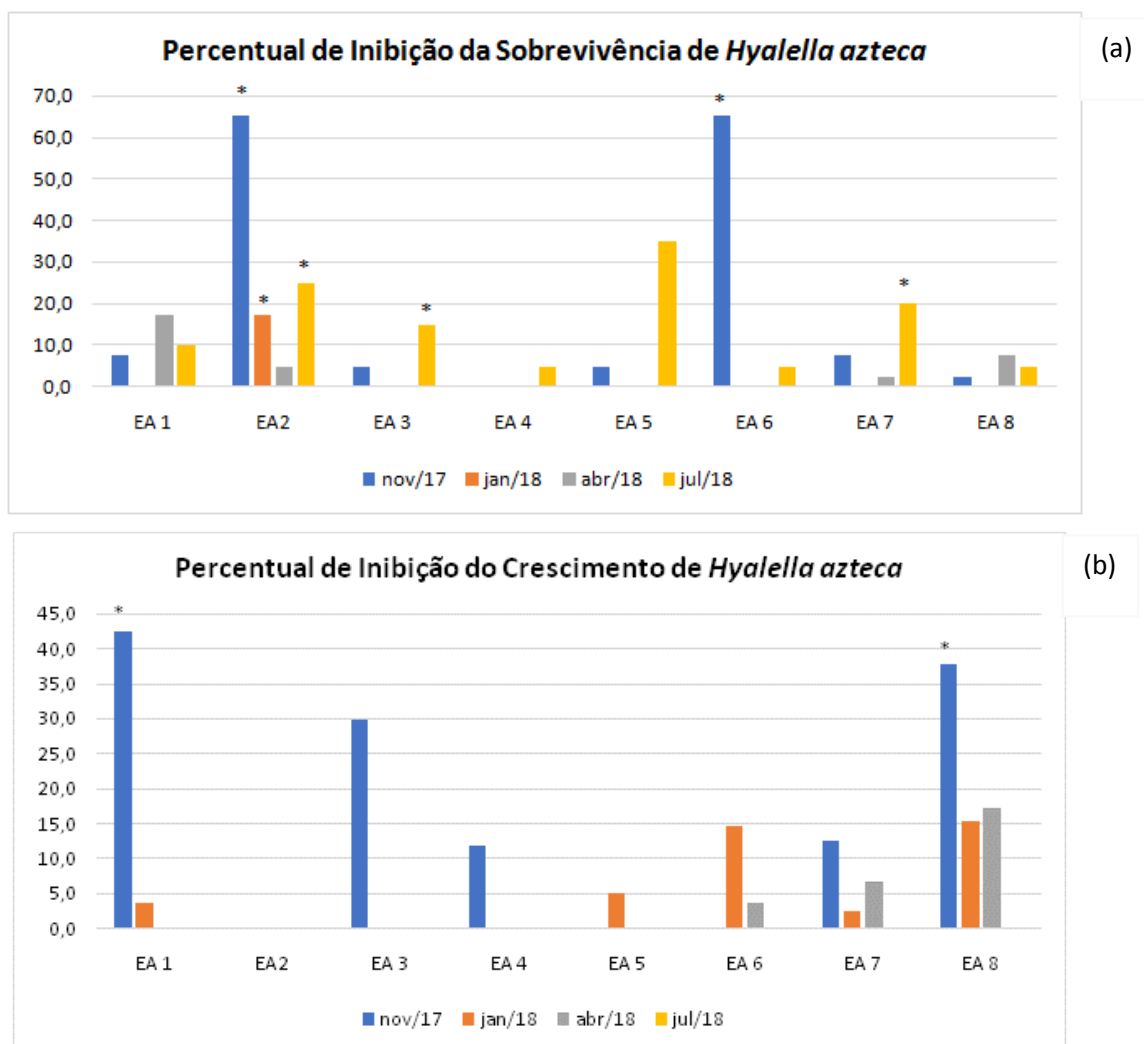


Figura 4.3.4 - Diferenças entre os percentuais de efeitos deletérios sobre a sobrevivência (a) e crescimento (b) de *Hyaella azteca* observados em cada uma das oito estações amostrais de sedimento, ao longo das campanhas de Novembro/2017, Janeiro/2018, Abril/2018 e Julho/2018. * - Amostras com diferenças significativas nos efeitos observados



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

A figura 4.3.5 apresenta a sobreposição dos efeitos sobre a sobrevivência e sobre o crescimento dos organismos-teste, permitindo visualizar a maior frequência de efeitos na Estação Amostral 2 (EA2) e Estação Amostral 8 (EA8). Para as demais estações amostrais não é possível definir um padrão de toxicidade.

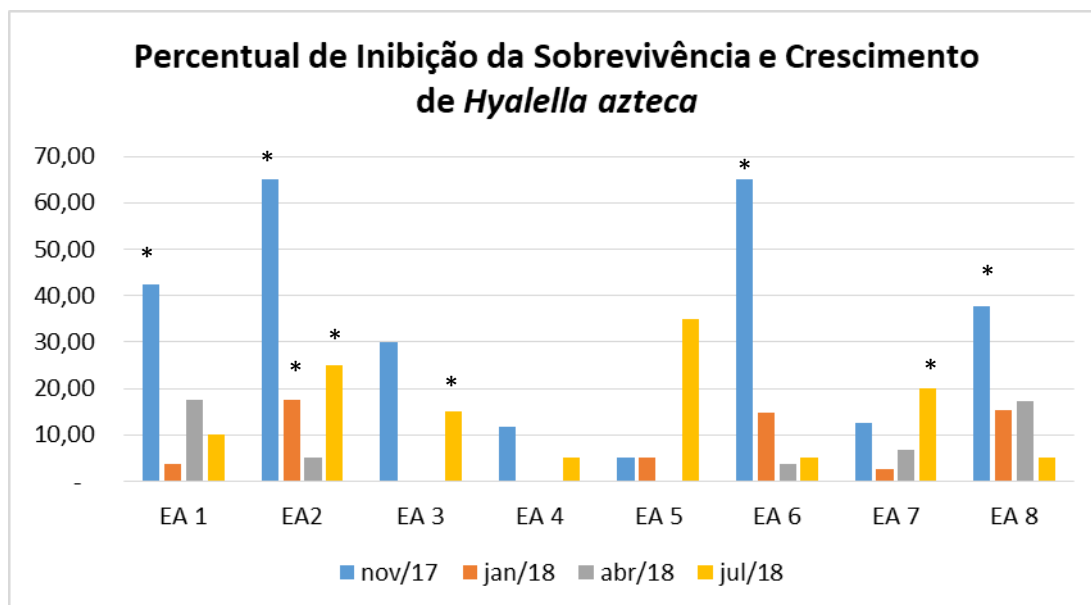


Figura 4.3.5 - Sobreposição das diferenças entre os percentuais de efeitos deletérios sobre a sobrevivência e crescimento de *Hyalella azteca* observados em cada uma das oito estações amostrais de sedimento, ao longo das campanhas de Novembro/2017, Janeiro/2018, Abril/2018 e Julho/2018. * - Amostras com diferenças significativas nos efeitos observados.

Referências Bibliográficas

- Bhuiyan M.A.H., L. Parvez, M.A. Islam, S.B. Dampare, S. Suzuki, Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh, J. Hazard. Mater. 173 (2010) 384–392.
- Calmano W., W. Ahlf, U. Forstner, Exchange of heavy metals between sediment components and water, in: J.A.C. Broekaert, S. Guc, er, F. Adams (Eds.), Metal Speciation in the Environment, NATO ASI Series, vol. G 23, Springer-Verlag, Berlin, 1990, pp. 503–522.
- Covelli S. [18], G. Fontolan, Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines, Environ. Geol. 30 (1/2) (1997) 34–45.
- different fish species and sediments from the River Yes, ılırmak in Tokat, Turkey Food Chem. Toxicol. 48 (2010) 1383–1392.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

- Farkas A., E. Claudio, L. Vigano, Assessment of the environmental significance of heavy metal pollution in surficial sediments of the River Po, *Chemosphere* 68 (2007) 761–768.
- Forstner U., G.T.W. Wittman, *Metal Pollution in Aquatic Environment*, Springer-Verlag, New York, 1983.
- Gaur V.K., S.K. Gupta, S.D. Pandey, K. Gopal, V. Misra, Distribution of heavy metals in sediment and water of River Gomti, *Environ. Monit. Assess.* 102 (2005) 419–433.
- Gumgum B., E. Unlu, Z. Tez, Z. Gulsun, Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris River in Turkey, *Chemosphere* 29 (1994) 111–116.
- Gumgum B., G. Ozturk, Chemical speciation of heavy metals in the Tigris River sediment, *Chem. Spec. Bioavailab.* 13 (2001) 25–29.
- Hakanson L., Ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach, *Water Res.* 14 (1980) 975–1001.
- Heiny J.S., C.M. Tate, Concentration distribution comparison of selected trace elements in bed sediment fish tissue in the South Platte River Basin U.S.A. 1992–1993, *Arch. Environ. Con. Tox* 32 (1997) 246–259.
- Hudson-Edwards K., M. Macklin, M. Taylor, Historic metal mining inputs to Tees river sediment, *Sci. Total Environ.* 194/195 (1997) 437–445.
- Karadede-Akin H., E. Unlu, Heavy metal concentrations in water, sediment, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey, *Environ. Monit. Assess.* 131 (2007) 323–337.
- Karageorgis A.P., N.P. Nikolaidis, H. Karamanos, N. Skoulidakis, Water and sediment quality assessment of the Axios River and its coastal environment, *Cont.Shelf Res.* 23 (2003) 1929–1944.
- Liu J., Y. Li, B. Zhang, J. Cao, Z. Cao, J. Domagalski, Ecological risk of heavy metals in sediments of the Luan River source water, *Ecotoxicology* 18 (2009) 748–758.
- MacDonald D.D., C.G. Ingersoll, T.A. Berger, Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems, *Arch.Environ. Con. Tox.* 39 (2000) 20–31.
- Mendil D., O.F. Unal, M. Tuzen, M. Soylak, Determination of trace metals in Morillo J., J. Usero, I. Gracia, Heavy metal fractionation in sediments from the Tinto River (Spain), *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 82 (2002) 245–257.
- Muller G., Die Schwermetallbelastung der sedimente des Neckars und seiner Nebenflüsse: eine Bestandsaufnahme, *Chem. Zeitung* 105 (1981) 157–164.
- Olivares-Rieumont S., D. de la Rosa, L. Lima, D.W. Graham, K. D' Alessandro, J.Borroto, F. Martinez, J. Sanchez, Assessment of heavy metal levels in Almendares River sediments-Havana City, Cuba *Water Res.* 39 (2005) 3945–3953.
- Rifaat A.E., Major controls of metals' distribution in sediments off the Nile Delta Egypt, *Egypt J. Aquat. Res.* 31 (2005) 16–28.
- Rubio B., M.A. Nombela, F. Vilas, Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an assessment of metal pollution, *Mar. Pollut. Bull.* 40 (2000) 968–980.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

- Sakan S.M., D.S. Djordjevic, D.D. Manojlovic, P.S. Polic, Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments, J. Environ. Manage. 90 (2009) 3382–3390.
- Sin S.N., H. Chua, W. Lo, L.M. Ng, Assessment of heavy metal cations in sediments of Shing Mun River, Hong Kong Environ. Int. 26 (2001) 297–301.
- Singh M., A.A. Ansari, G. Muller, I.B. Singh, Heavy metals in freshly deposited sediments of Gomti river (a tributary of the Ganga river): effects of human activities, Environ. Geol. 29 (1997) 246–252.
- Thornton J.A., A.J. McComb, S.O. Ryding, The role of sediments, in: A.J. McComb (Ed.), Eutrophic Shallow Estuaries and Lagoons, CRC Press, Boca Raton, 1975, pp. 205–223.
- Tomlinson D.C., J.G. Wilson, C.R. Harris, D.W. Jeffery, Problems in the assessment of heavy metals levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgol. Wiss. Meeresunters 33 (1980) 566–575.
- Tumen F., M. Bildik, M. Baybay, M. Cici, B. Solmaz, Pollution potential of solid wastes from Ergani Copper Plant, Doğa Tr. J. Eng. Env. Sci. 16 (1992) 43–55.
- Unlu E., B. Gumgum, Concentrations of copper and zinc in fish and sediments from the Tigris River in Turkey, Chemosphere 26 (1993) 2055–2061.
- Varol M., B. S. en, Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey Environ. Monit. Assess. 159 (2009) 543–553.
- Woitke P., J. Wellmitz, D. Helm, P. Kube, P. Lepom, P. Litheraty, Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube, Chemosphere 51 (2003) 633–642.
- Zhang J., C.L. Liu, Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in China-weathering features, anthropogenic impact and chemical fluxes, Estuar. Coast. Shelf Sci. 54 (2000) 1051–1070.

O compartimento Água Superficial, Água Subterrânea e Sedimentos é de responsabilidade técnica do Geólogo Dr. Nelson Augusto Flores Machado.



5. BIOINDICADORES AMBIENTAIS AQUÁTICOS FITOPLÂNCTON, PERIFÍTON E ZOOPLÂNCTON

Os bioindicadores ambientais aquáticos foram coletados nas estações amostrais anteriormente apresentadas no quadro 3.1.

5.1. INTRODUÇÃO

Esse relatório final apresenta os resultados compilados relativos às quatro coletas realizadas no período de novembro de 2017 a julho de 2018, 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 fitoplanctônicas, perifíticas e zooplanctônicas.

Para tanto, foram utilizados dados de abundância absoluta, Riqueza específica, Diversidade de Shannon e Equitatividade destes grupos para a identificação das respostas da biota aquática às ações antropogênicas no sistema.

5.2. METODOLOGIA

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

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

A coleta do Perifíton segue as recomendações de Round (1993) e Kelly *et al.* (1998). Foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos



quais foram raspados 25 cm² de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm². O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente. A remoção do Perifíton se deu com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina (Round, 1993; Lobo *et al.*, 1995; Kelly *et al.*, 1998). Não foi possível amostrar a comunidade perifítica no ponto 5, por se tratar de um ambiente sem a presença de seixos.

A quantificação das algas epilíticas foi realizada pelo método de Utermöhl (1958), utilizando câmaras de sedimentação sob microscópio invertido. Foram utilizadas câmaras de sedimentação de 2 ml e o material foi deixado sedimentar por no mínimo 24 horas. Cada célula, filamento ou cenóbio foi considerado um indivíduo. Estimou-se o número de indivíduos por cm² utilizando a fórmula de Wetzel & Likens (1991) modificada por Schwarzbald (1992), conforme segue:

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

onde:

N = número de indivíduos por cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

A coleta do zooplâncton foi realizada retirando-se cerca de 300 litros de água com o auxílio de uma bomba de sucção e filtrados em uma rede de plâncton de 57 µm de abertura de malha para a concentração de material biológico.

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%.

As análises qualitativas foram realizadas com exame ao microscópio óptico, binocular, com aumento de até 400 vezes.



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), foi utilizada câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotífera e náuplios de Copepoda foi utilizada uma câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos estão expressos em número de indivíduos por metro cúbico de água ($N^{\circ}. \text{ind.m}^{-3}$).

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

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

$$H = - \sum_{i=1}^S (n_i / N) \times \ln (n_i / N)$$

Onde:

S = número de espécies;

n_i = número de indivíduos em cada espécie;

N = número total de indivíduos.

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

$$E = H' / H_{\max}$$

Onde:



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

Para o tratamento dos dados, foi utilizado o pacote estatístico Past (HAMMER et. al. 2001).

5.3 RESULTADOS

5.3.1 FITOPLÂNCTON

Ao total, 142 espécies de microalgas planctônicas foram registradas durante as quatro campanhas amostrais, distribuídas em 8 grupos taxonômicos: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanobacteria, Dynophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae (Tabela 5.3.1.1). Bacillariophyceae foi o grupo mais representativo (62 espécies), seguido de Chlorophyceae (37 espécies). O táxon *Ceratium furcoides* foi o único representante da classe Dynophyceae encontrado no período da campanha. Como ocorrido no período amostral anterior (2016-2017), os táxons *Nitzschia palea* e *Achnantheidium minutissimum* apresentaram a maior frequência, respectivamente 78,1% e 59,4%, seguida por *Monoraphidium arcuatum* (59,4%). De acordo com LOBO et al.(2006) *N.palea* faz parte do grupo A , que são as diatomáceas mais tolerantes à poluição orgânica. Já *A.minutissimum* está no grupo B, são as espécies que toleram a poluição. O gênero *Monoraphidium* é considerado um dos mais cosmopolitas entre as algas cocoides verdes, sendo quase impossível realizar uma coleta de material do plâncton que não contenha exemplares (BICUDO & MENEZES,2017).

A classe Bacillariophyceae registrou a maior densidade de organismos, durante esse ano amostral, seguida por Chlorophyceae e Cyanophyceae (Figura 5.3.1.1). Esse resultado está de acordo com o que Azim & Asaeda (2005) afirmam, que as diatomáceas, as clorofíceas e as cianobactérias são os principais grupos de algas encontrados em rios e riachos.



Tabela 5.3.1.1 - Táxons identificados nos oitos pontos de coletas no período amostral de outubro de 2107 a julho de 2018.

Bacillariophyceae	<i>Pinnularia</i> sp. 2	<i>Tetrastrum</i> sp.
<i>Achnanthidium exiguum</i>	<i>Pinnularia</i> sp. 3	Chrysophyceae
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	<i>Pinnularia</i> sp.1	<i>Chrysococcus</i> sp.
<i>Achnanthidium</i> sp.	<i>Sellaphora</i> sp. (pequena)	<i>Mallomonas</i> sp. 1
<i>Achnantes exigua</i>	<i>Sellaphora pupula</i>	Cryptophyceae
<i>Achnantes inflata</i>	<i>Stauroneis</i> sp.	Cryptophyceae sp.
<i>Achnantes oblongella</i>	<i>Stenopterobia</i> sp.	Cryptophyceae sp.2
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	<i>Surirella</i> cf. <i>angusta</i>	<i>Cryptomonas curvata</i>
<i>Amphora</i> sp.	<i>Surirella linearis</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>
<i>Asterionella</i> sp.	<i>Surirella</i> sp.	<i>Cryptomonas</i> sp.1
<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Surirella tenera</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.2
<i>Aulacoseira</i> sp.	<i>Synedra acus</i>	<i>Cryptomonas marssoni</i>
<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Ulnaria ulna</i>	<i>Cryptomonas ovata</i>
<i>Cocconeis placentula</i>	Chlorophyceae	<i>Rhodomonas lacustris</i>
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	<i>Rhodomonas minuta</i>
<i>Cymbella cymbiformis</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	<i>Rhodomonas</i> sp.
<i>Cymbella tumida</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>	Cyanobacteria
<i>Cymboplectra naviculiformis</i>	Chlorophyceae 1	<i>Aphanocapsa</i> sp.
<i>Diploneis</i> sp.	Chlorophyceae unicelular	<i>Chroococcus</i> sp.
<i>Encyonema mesianum</i>	Chlorophyceae filamentosa	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
<i>Encyonema minutum</i>	<i>Closteriopsis</i> sp.	Filamentosa 2(menor)
<i>Encyonema</i> sp.	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	<i>Merismopedia elegans</i>
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	<i>Microcystis</i> sp.
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Desmodesmus</i> cf. <i>communis</i>	Oscillatoriales 1
<i>Gomphonema gracile</i>	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	<i>Planktolyngbya</i> cf. <i>limnetica</i>
<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Picocyanobacteria sp.
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Pseudoanabaena</i> sp.1
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	<i>Synechococcus</i> sp.
<i>Hantzschia</i> sp.	<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Synechocystis</i> sp.
<i>Luticola</i> sp.	<i>Eudorina</i> sp.	Dinophyceae
<i>Luticola goeppertiana</i>	<i>Koliella</i> sp.	<i>Ceratium furcoides</i>
<i>Navicula cryptocephala</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	Euglenophyceae
<i>Navicula cryptotenella</i>	<i>Monoraphidium circinale</i>	<i>Euglena acus</i>
<i>Navicula</i> sp.1	<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Euglena</i> sp.1
<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Monoraphidium irregulare</i>	<i>Euglena</i> sp.2
<i>Nitzschia capitellata</i>	<i>Monoraphidium minutum</i>	<i>Phacus</i> sp.
<i>Nitzschia clausii</i>	<i>Monoraphidium nanum</i>	<i>Strombomonas fluviatilis</i>
<i>Nitzschia</i> cf. <i>fruticosa</i>	<i>Monoraphidium tortile</i>	<i>Strombomonas</i> sp.
<i>Nitzschia gracilis</i>	<i>Oocytis</i> sp.	<i>Strombomonas verrucosa</i>
<i>Nitzschia lanceolata</i>	<i>Pandorina morum</i>	<i>Trachelomonas</i> sp.1
<i>Nitzschia palea</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Trachelomonas</i> sp.2
<i>Nitzschia paleacea</i>	<i>Scenedesmus ovalternus</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Pennales sp.1

Pennales sp.2

Pennales sp.3

Pennales sp.4

cf. *Pleurosira* sp.

Pinnularia microstauron

Pinnularia sp. 1

Scenedesmus sp.1

Scenedesmus sp.2

Scenedesmus sp.3

Scenedesmus sp.4

Schroederia setigera

Tetraedron minimum

Tetraedron triangulare

Zygnemaphyceae

Closterium cf. *kuetzingii*

Closterium sp. 1

Closterium sp. 2

Cosmarium sp.1

Euastrum dubium

Staurodesmus sp.

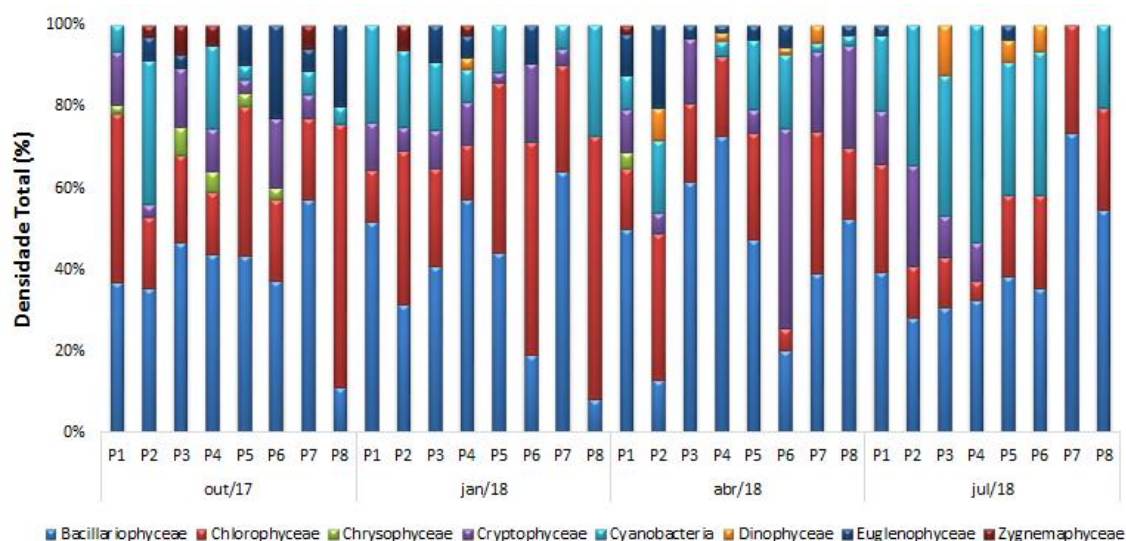


Figura 5.3.1.1 - Densidade relativa dos grupos da comunidade fitoplanctônica observada nos pontos de coleta, no período de outubro de 2017 à julho de 2018.



A coleta realizada na primavera, apresentou a maior média de valores de riqueza específica, seguida pela coleta feita no outono, 18 e 17 táxons respectivamente. Já a menor média de valores de riqueza, foi encontrada na coleta de inverno, 11 táxons identificados (Figura 5.3.1.2).

A Estação Amostral Efluente apresentou a maior densidade fitoplanctônica, 1047,2 ind mL⁻¹, já o ponto 2 teve a menor densidade 183,3 ind mL⁻¹, ambos foram registrados na coleta de janeiro de 2018 (Figura 5.3.1.3).

Os menores valores de diversidade foram encontrados na coleta de julho de 2018 (inverno), eles variaram de 2,4 nats ind⁻¹ a 1,7 nats ind⁻¹. A amostragem realizada na primavera apresentou os maiores valores de diversidade, variando de 3,0 nats ind⁻¹ (ponto 1) a 2,2 nats ind⁻¹ na Estação Efluente (Figura 5.3.1.4). Considerando somente os pontos amostrais, é importante destacar que o ponto 2 apresentou a menor média de diversidade nas quatro coletas realizadas (2,2 nats ind⁻¹), já o ponto 1 apresentou a maior média de diversidade (2,7 nats ind⁻¹).

Por não ter ocorrido dominância no período de amostragem, a equitabilidade manteve-se estável. Os valores variaram de 0,85 (Estação Efluente) a 0,96 (Pontos 1 e 7), nos meses de julho, outubro e janeiro respectivamente (Figura 5.3.1.5).

Entre os organismos abundantes, no período de outubro de 2017 a julho de 2018, destacam-se as diatomáceas presentes em todos os meses de campanha. Já as Cyanophyceas foram abundantes somente na coleta de julho (Tabela 5.3.1.2).

A média da densidade total de espécies manteve-se em equilíbrio durante essa campanha amostral. Os valores médios variaram de 548,8 ind.mL⁻¹ em abril de 2018 a 418 ind.mL⁻¹ em outubro de 2017.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

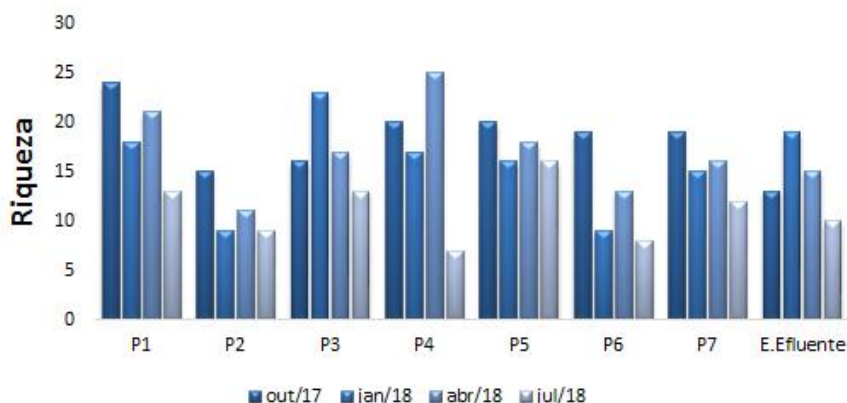


Figura 5.3.1.2 - Riqueza de espécies fitoplanctônicas, observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 à julho de 2018.

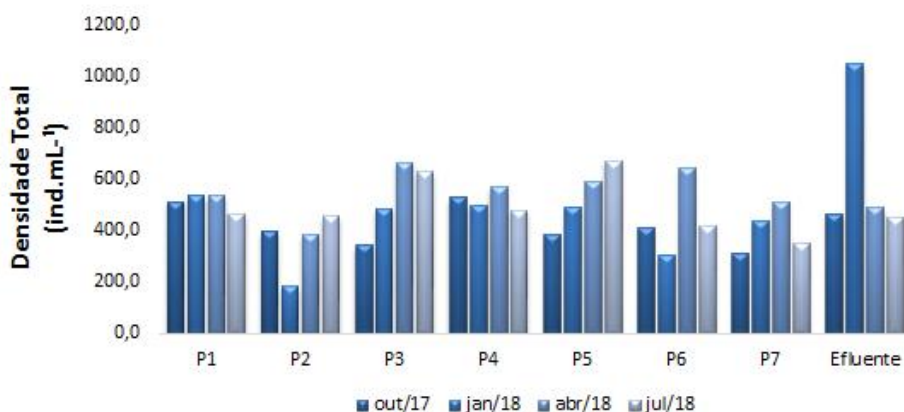


Figura 5.3.1.3 - Densidade total da comunidade fitoplanctônica, observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 à julho de 2018.

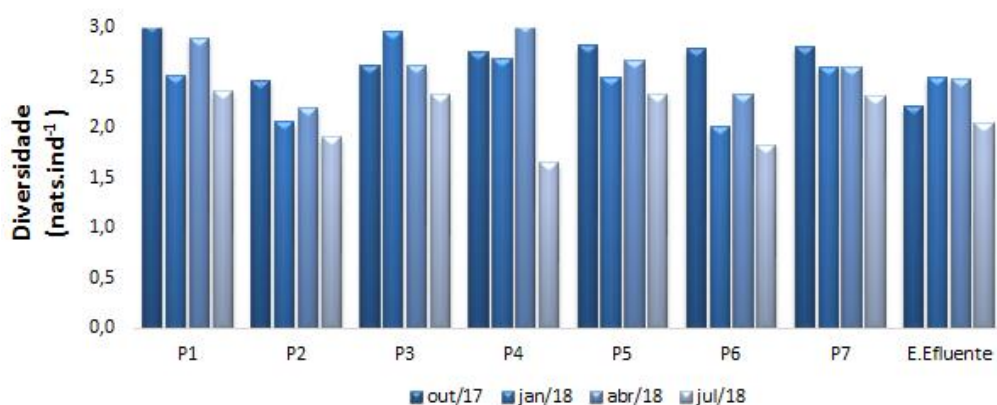


Figura 5.3.1.4 - Índice de diversidade de Shannon da comunidade fitoplanctônica, observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 à julho de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

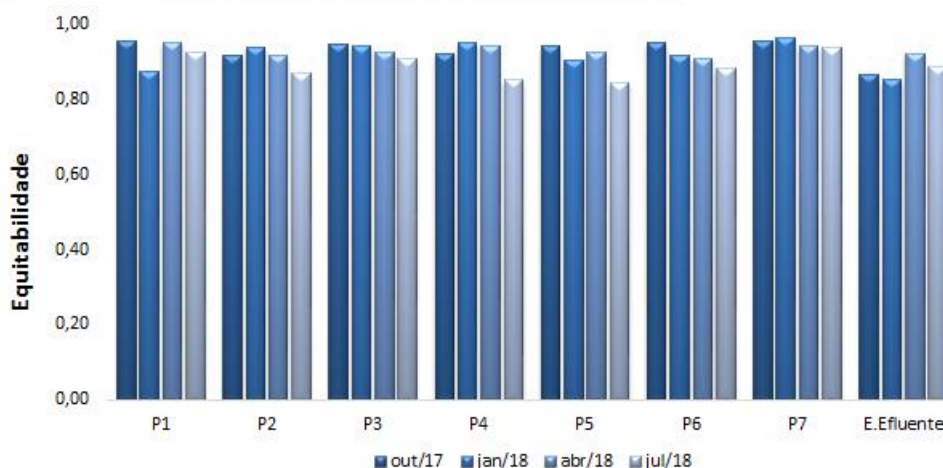


Figura 5.3.1.5 - Equitabilidade da comunidade fitoplanctônica, observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 à julho de 2018.

Tabela 5.3.1.2 - Principais táxons abundantes identificados nos oitos pontos de coletas no período amostral de outubro de 2017 a julho de 2018.

	out/17	jan/18	abr/18	jul/18
BAC <i>Achnantheidium exiguum</i>			x ²	
BAC <i>Achnantheidium minutissimum</i>	x ²		x ²	x ¹
BAC <i>Fragilaria</i> sp.			x ²	
BAC <i>Gomphonema parvulum</i>		x ²		
BAC <i>Navicula cryptocephala</i>			x ²	
BAC <i>Nitzschia palea</i>	x ¹	x ¹	x ¹	x ²
CHL <i>Chlorophyceae unicelular</i>		x ¹	x ²	
CYA <i>Monoraphidium arcuatum</i>		x ²	x ²	
CYA <i>Monoraphidium nanum</i>				x ²
CYA <i>Synechococcus</i> sp.				x ²
CYA <i>Synechocystis</i> sp.				x ²
CRY <i>Rhodomonas lacustris</i>	x ²		x ¹	

x¹. Táxon abundante em no mínimo 4 pontos amostrais

x². Táxon abundante em no mínimo 3 pontos amostrais

Analisando a estrutura da comunidade fitoplanctônica, é possível inferir que houve variação significativa de densidade total, quando estudada de forma espacial, principalmente na Estação Amostral Efluente. A riqueza, também apresentou variação em alguns pontos de coleta, destacando o ponto 4. Já a diversidade e equitabilidade, não apresentaram variações significativas entre os pontos amostrados (Figura 5.3.1.6). Considerando a escala temporal, é possível notar que há diminuição da riqueza em julho, possivelmente causada pelo excesso de chuva (Figura 5.3.1.7). Densidade



total, equitabilidade e diversidade não apresentaram variação significativa, entre os meses de coleta.

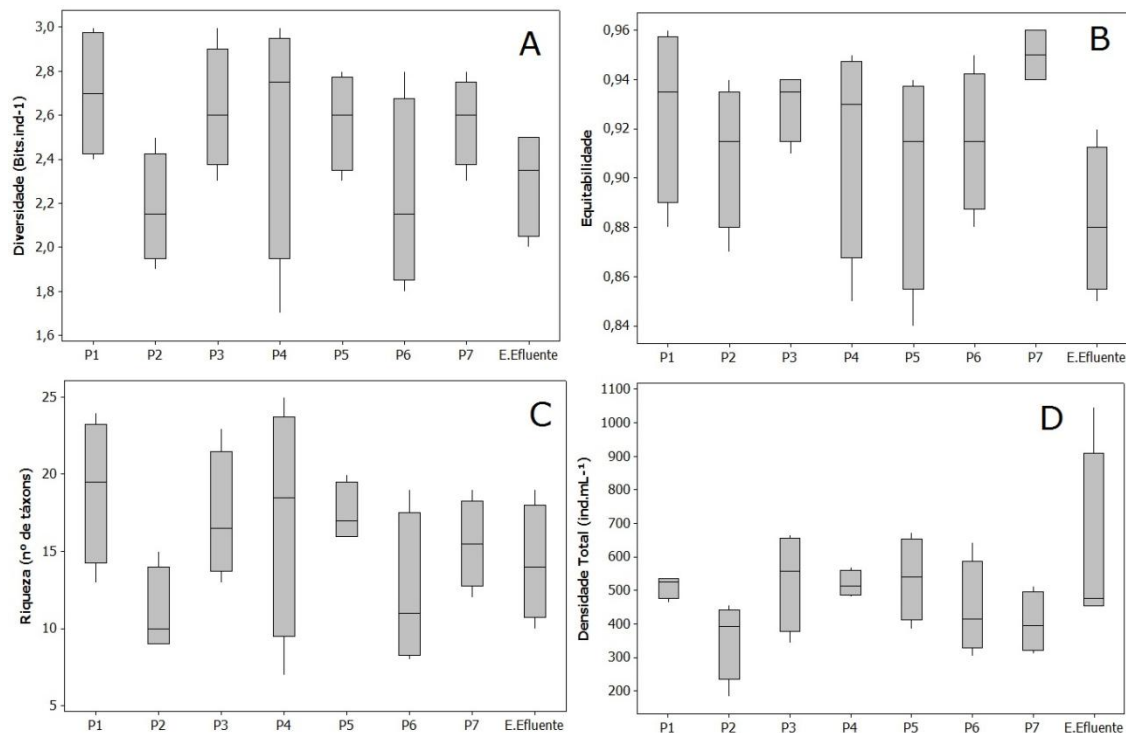


Figura 5.3.1.6 - Boxplot (medianas, quartis, $n = 4$) da (A) diversidade de espécies (bits.ind⁻¹), (B) Equitabilidade, (C) riqueza (nº de táxons) e (D) densidade total (ind.mL⁻¹) da comunidade fitoplanctônica observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

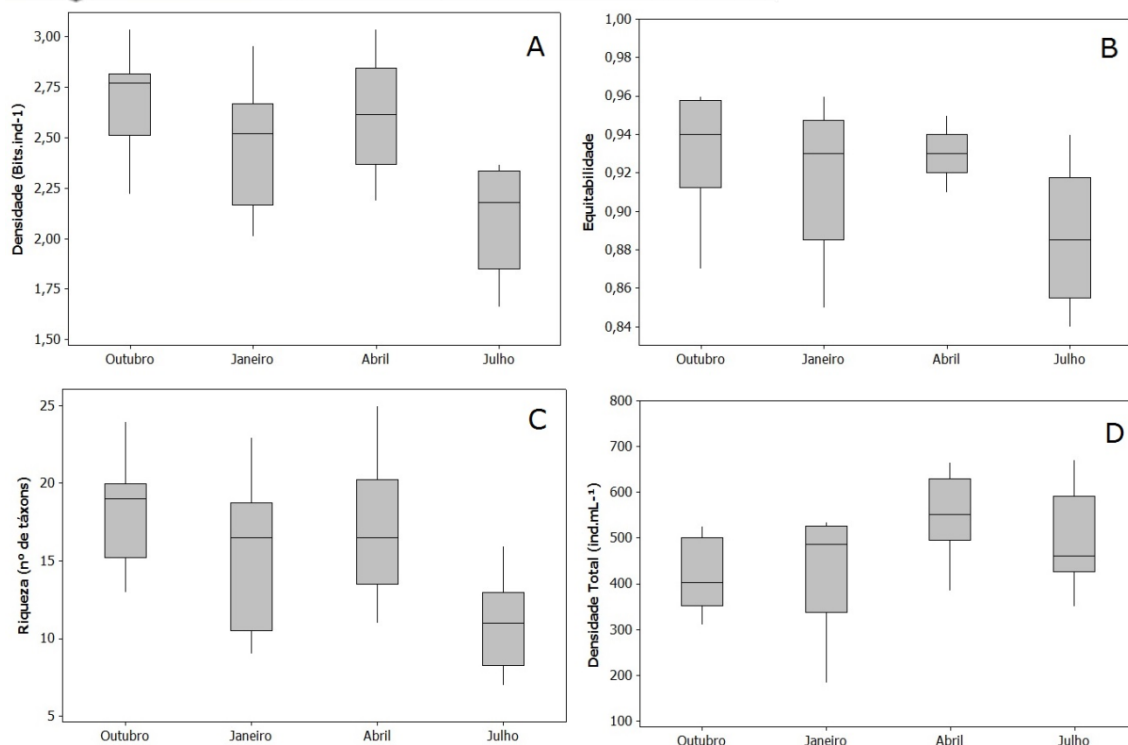


Figura 5.3.1.7 - Boxplot (medianas, quartis, n = 8) da (A) diversidade de espécies (bits.ind⁻¹), (B) Equitabilidade, (C) riqueza (nº de táxons) e (D) densidade total (ind.mL⁻¹) da comunidade fitoplânctônica observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

Referências bibliográficas

- Azim, M. E.; Asaeda, T. **Periphyton structure, diversity and colonization**. In: Azim, M.E. *et al.* (Eds.). **Periphyton: ecology, exploitation and management**. Wallingford: CABI Publishing, p.1-13, 2005.
- Bicudo, C.E.M & Menezes, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos, SP, Ed.RiMa. 3ª ed. 2017.
- Lobo, E.A. & Leighton, G. 1986. Estruturas comunitárias de las fitocenoses planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.**, 22: 1-29.
- Lobo, E.A. ; Salomoni, S. E.; Rocha, O.; Calegari, V. L. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, v.559, p.233-246, 2006.
- Padisák, J. 2003. Phytoplankton. In O'Sullivan, P. E. & Reynolds, C. S. (editors) **The Lakes Handbook 1. Limnology and Limnetic Ecology**: 251-308. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. **The Mathematical Theory of Communication**. Illinois University Press: Urbana, USA.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

- Taylor, J.C. & Cocquyt, C. 2016. **Diatoms from the Congo and Zambezi Basins – Methodologies and identification of the genera.** The Belgian Development Cooperation, Belgium. 364p.
- Utermöl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. **Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.**, 9: 1-38.
- Wetzel, R. G. & Likens, E. 1991. **Limnological Analysis.** Springer-Verlag, New York. 391 p.



5.3.2 PERIFITON

Nesse ano de campanha (outubro de 2017 a julho de 2018), foram registrados 115 táxons de algas (Tabela 5.3.2.1), pertencentes às classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae. A classe Dinophyceae foi registrada somente na coleta de abril, onde constatou-se apenas uma espécie (*Peridinium* sp.) no ponto amostral 4. Chrysophyceae foi encontrada em somente dois meses, outubro de 2017 e janeiro de 2018. Os grupos mais representativos, nessa campanha amostral, foram Bacillariophyceae (57 espécies), seguido de Chlorophyceae (24 espécies). *Nitzschia palea* e *Gomphonema parvulum* foram os organismos que apresentaram maior frequência (67,8%). As espécies *G.parvulum* e *N.palea*, são diatomáceas muito tolerantes à contaminação orgânica (Lobo, E.A., et al, 2006).

A maior densidade de organismos, durante esse ano amostral, foi representada por organismos da classe Bacillariophyceae, seguida por Chlorophyceae (Figura 5.3.2.1). A presença constante das diatomáceas em todos os pontos amostrais demonstra o que MARGALEF (1983) afirma; que as diatomáceas desenvolveram estratégias que as permitem explorar e manter sua comunidade estável, em ambientes lóticos. A principal adaptação é a capacidade de adesão em substratos.



Tabela 5.3.2.1 - Táxons identificados nos sete pontos de coletas no período amostral de outubro de 2017 a julho de 2018.

Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.2	<i>Ulothrix</i> sp.
<i>Achnantes exigua</i>	Pennales sp.1	Chrysophyceae
<i>Achnanthidium exiguum</i>	Pennales sp.2	<i>Mallomonas</i> sp.
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	Pennales sp.3	Cryptophyceae
<i>Achnanthidium</i> sp.	<i>Pinnularia microstauron</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	<i>Pinnularia</i> sp.1	<i>Cryptomonas</i> sp.2
<i>Amphipleura</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.2	<i>Cryptomonas erosa</i>
<i>Amphora</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.3	<i>Cryptomonas ovata</i>
cf. <i>Anomoeoneis</i> sp.	<i>Pinnularia subcapitata</i>	<i>Rhodomonas lacustris</i>
<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Planothidium frequentissimum</i>	Cyanophyceae
Bacillariophyceae sp.2	<i>Pleurosira</i> sp.	<i>Aphanocapsa</i> sp.
<i>Cocconeis placentula</i>	<i>Stauroneis</i> sp.	<i>Chroococcus</i> sp.
<i>Cyclotella menghiniana</i>	<i>Surirella angusta</i>	Filamentosa sp.1
<i>Cymbella cymbiformis</i>	<i>Surirella</i> sp.1	Filamentosa sp.2
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Surirella tenera</i>	<i>Leptolyngbya</i> sp.
<i>Cymbella tumida</i>	cf. <i>Tryblionella</i> sp.	<i>Merismopedia</i> sp.
<i>Diplonei oblongella</i>	<i>Ulnaria ulna</i>	Oscillatoriales
<i>Encyonema mesianum</i>	Chlorophyceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Encyonema minutum</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp.
<i>Encyonema</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Planktolyngbya limnetica</i>
<i>Eunotia exigua</i>	Chlorophyceae unicelular	<i>Pseudanabaena limnetica</i>
<i>Eunotia minor</i>	<i>Closteriopsis</i> sp.	<i>Pseudanabaena</i> sp.
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	cf. <i>Romeria</i> sp.
<i>Gomphonema angustatum</i>	<i>Desmodesmus quadricauda</i>	<i>Synechococcus</i> sp.
<i>Gomphonema gracile</i>	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	<i>Synechococystis</i> sp.
<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	Dinophyceae
<i>Gomphonema</i> sp. 1	<i>Monoraphidium circinale</i>	<i>Peridinium</i> sp.
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	<i>Monoraphidium irregulare</i>	Euglenophyceae
<i>Gyrosigma</i> sp.1	<i>Monoraphidium minutum</i>	<i>Euglena</i> sp.1
<i>Hantzschia amphyois</i>	<i>Monoraphidium nanum</i>	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Luitocola geopartiana</i>	<i>Oedogonium</i> sp.	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Melosira varians</i>	<i>Oocystis</i> sp.	Zygnemaphyceae
<i>Navicula cryptocephala</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Closterium moniliferum</i>
<i>Navicula cryptotenella</i>	<i>Scenedesmus</i> cf. <i>ovalternus</i>	<i>Closterium</i> sp.1
<i>Navicula lanceolata</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.2	<i>Closterium</i> sp.2
<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.3	<i>Cosmarium</i> cf. <i>subcostatum</i>
<i>Nitzschia clausii</i>	cf. <i>Scroederia</i> sp.	<i>Cosmarium</i> sp.1
<i>Nitzschia palea</i>	<i>Schroederia setigera</i>	<i>Cosmarium</i> sp.2
<i>Nitzschia paleacea</i>	<i>Tetraedron minimum</i>	<i>Cosmarium</i> sp.3
<i>Nitzschia reversa</i>	<i>Tetraedron triangulare</i>	<i>Euastrum</i> sp.
<i>Nitzschia</i> sp.1	<i>Tetraedron</i> sp.	<i>Mougeotia</i> sp.

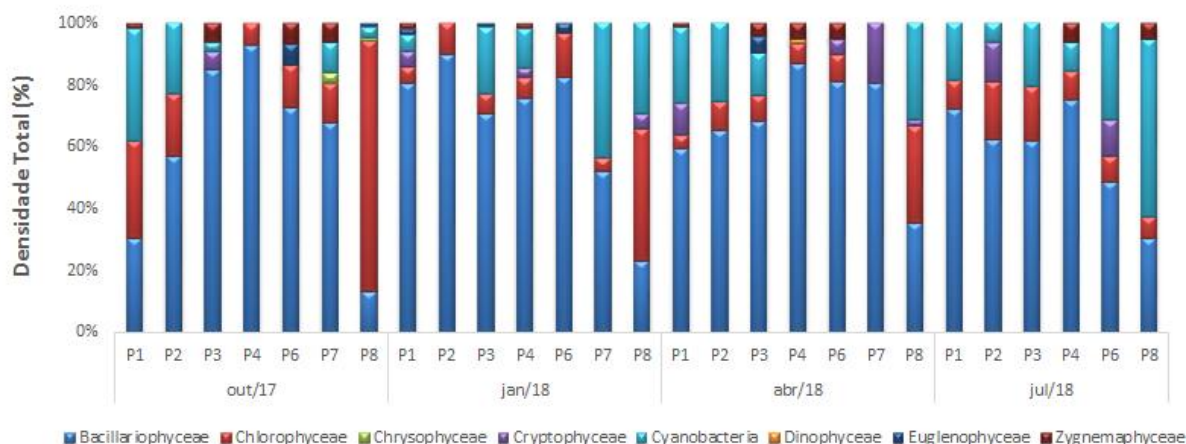


Figura 5.3.2.1 - Densidade relativa dos grupos da comunidade perifítica observada nos pontos de coleta, no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

Os maiores valores de riqueza específica foram registrados na coleta de janeiro, no ponto 3 (28 táxons) e no ponto 1 (26 táxons). A coleta de janeiro também apresentou o menor valor de riqueza, registrada no ponto 2 (9 táxons), seguida pelo ponto 6 (10 táxons) na coleta de outubro de 2017 (Figura 5.3.2.2). A Estação Amostrai Efluente apresentou o maior valor de densidade total, seguida pelo ponto 1, respectivamente $2.526,01 \text{ ind cm}^{-2}$ e $2.218 \text{ ind cm}^{-2}$. Enquanto os menores valores foram observados no ponto 2, $169,1 \text{ ind cm}^{-2}$ e $306,4 \text{ ind cm}^{-2}$, em janeiro e em outubro de 2017 respectivamente (Figura 5.3.2.3).

Considerando a média dos valores de densidade total, a Estação Efluente apresentou o maior valor médio de densidade nesse ano de coleta, $1.861 \text{ ind cm}^{-2}$, seguido pelo ponto 6, $1.298,1 \text{ ind cm}^{-2}$. Já o ponto 2 registrou a menor média da densidade, $537,6 \text{ ind cm}^{-2}$.

O índice de diversidade de Shannon variou de 3,1 (pontos 3 e 1) a 1,8 (Estação Efluente). A diversidade manteve-se constante na coleta realizada em julho, apresentando um valor médio de 2,0. Já na coleta realizada em janeiro, os valores de diversidade oscilaram entre 3,1 e 2,0 (Figura 5.3.2.4). O maior valor de equitabilidade foi encontrado nos pontos amostrais 4 e 7



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

(0,96), respectivamente nos meses julho e outubro. Já o menor valor foi registrado na Estação Efluente (0,69) em outubro de 2017 (Figura 5.3.2.5).

As diatomáceas são os principais organismos abundantes, no período de outubro de 2017 a julho de 2018 (Tabela 5.3.2.2). A classe Cyanophyceae foi abundante somente na coleta de julho.

As espécies registradas nas regiões de coleta, são comumente encontradas em ambientes em ecossistemas aquáticos do estado (TORGAN et al., 1999; SALOMONI et al., 2017).

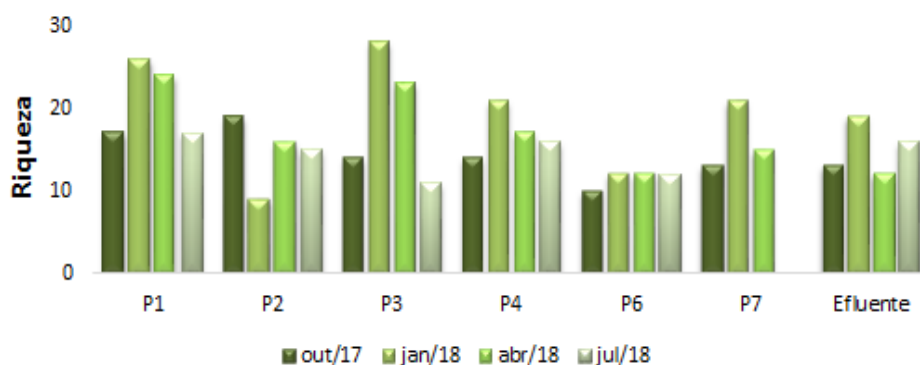


Figura 5.3.2.2 - Riqueza de algas perifíticas em sete pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

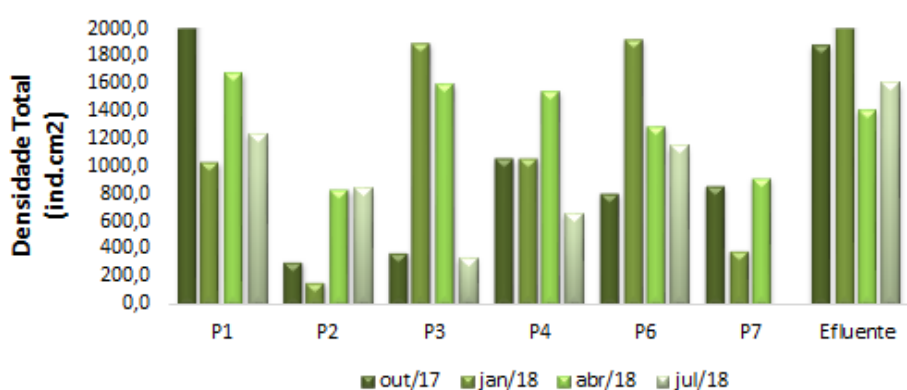


Figura 5.3.2.3 - Densidade de algas perifíticas em sete pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

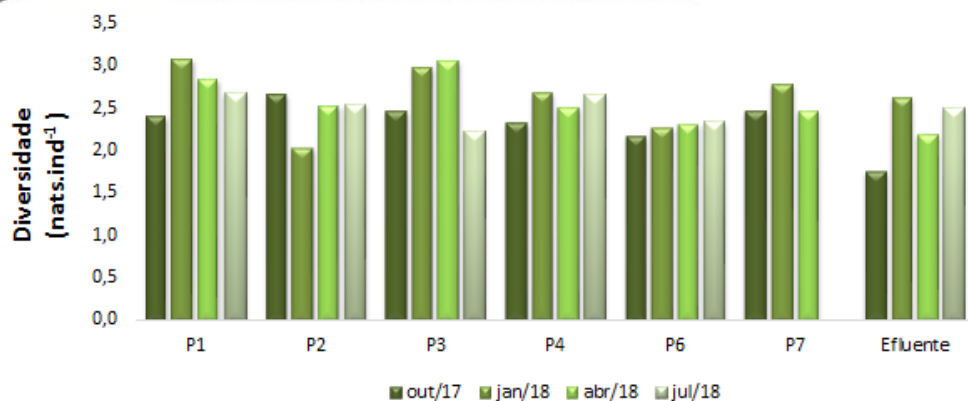


Figura 5.3.2.4 - Índice de diversidade de Shannon da comunidade de algas perifíticas em sete pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

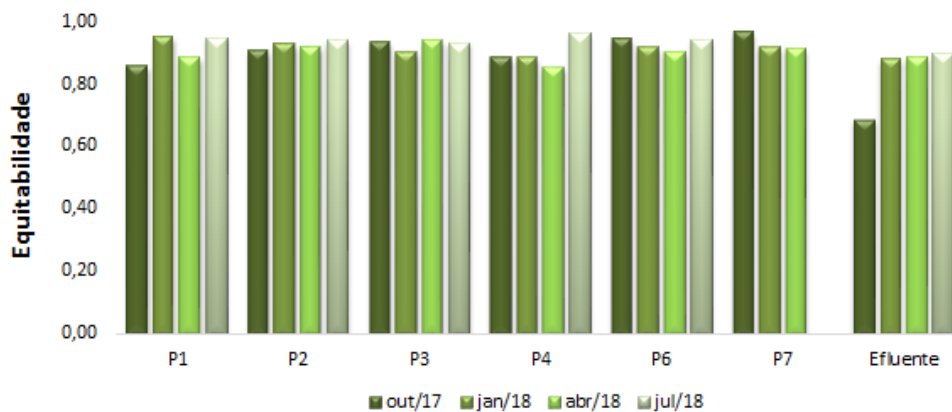


Figura 5.3.2.5 - Equitabilidade da comunidade de algas perifíticas em sete pontos de coleta no período de outubro de 2017 à julho de 2018.

Tabela 5.3.2.2 - Principais táxons abundantes identificados nos sete pontos de coletas no período amostral de outubro de 2017 à julho de 2018.

	out/17	jan/18	abr/18	jul/18
BAC <i>Achnantheidium minutissimum</i>	x ²		x ¹	x ¹
BAC <i>Gomphonema parvulum</i>		x ¹	x ¹	
BAC <i>Nitzschia palea</i>	x ¹	x ¹		x ²
BAC <i>Navicula cryptocephala</i>	x ²	x ²		
CHL <i>Desmodesmus quadricauda</i>	x ²		x ²	
CYA <i>Synechocystis</i> sp.				x ²

x¹. Táxon abundante em no mínimo 4 pontos amostrais

x². Táxon abundante em no mínimo 3 pontos amostrais



Através da análise da figura 6, é possível aferir que a localização dos pontos amostrais, influencia os valores de densidade fitoplanctônica, riqueza, diversidade e equitabilidade. A estação Efluente apresentou uma significativa variação de valores em relação à equitabilidade e à diversidade. Já o ponto 3 apresentou uma grande variação nos valores de diversidade, riqueza e densidade. Os valores de diversidade e riqueza, mantiveram-se estáveis no ponto de coleta 6. No entanto, quando correlacionamos os dados com as estações do ano, notamos que a densidade nos meses de outubro e janeiro são maiores que em abril e julho (Figura 5.3.2.7). A riqueza apresentou menor número de táxons identificados na primavera e no inverno. A diversidade também foi menor na primavera (outubro).

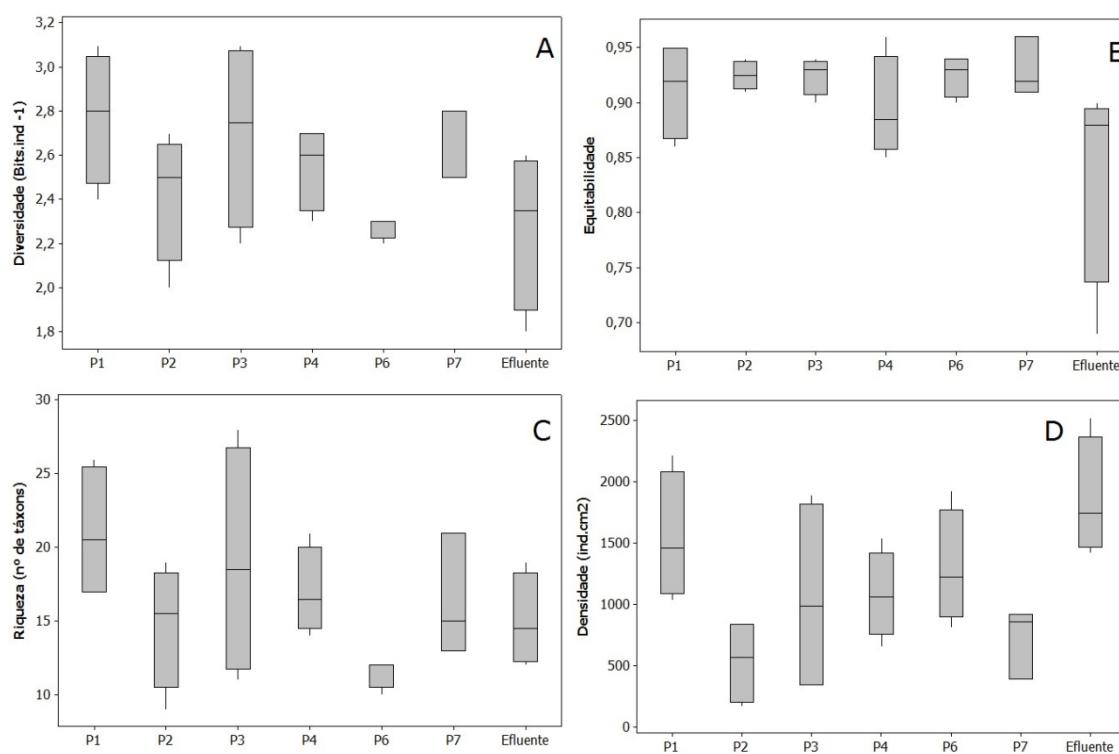


Figura 5.3.2.6 - Boxplot (medianas, quartis, $n = 4$) da (A) diversidade de espécies (bits.ind⁻¹), (B) Equitabilidade, (C) riqueza (nº de táxons) e (D) densidade total (ind.mL⁻¹) da comunidade perifítica observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

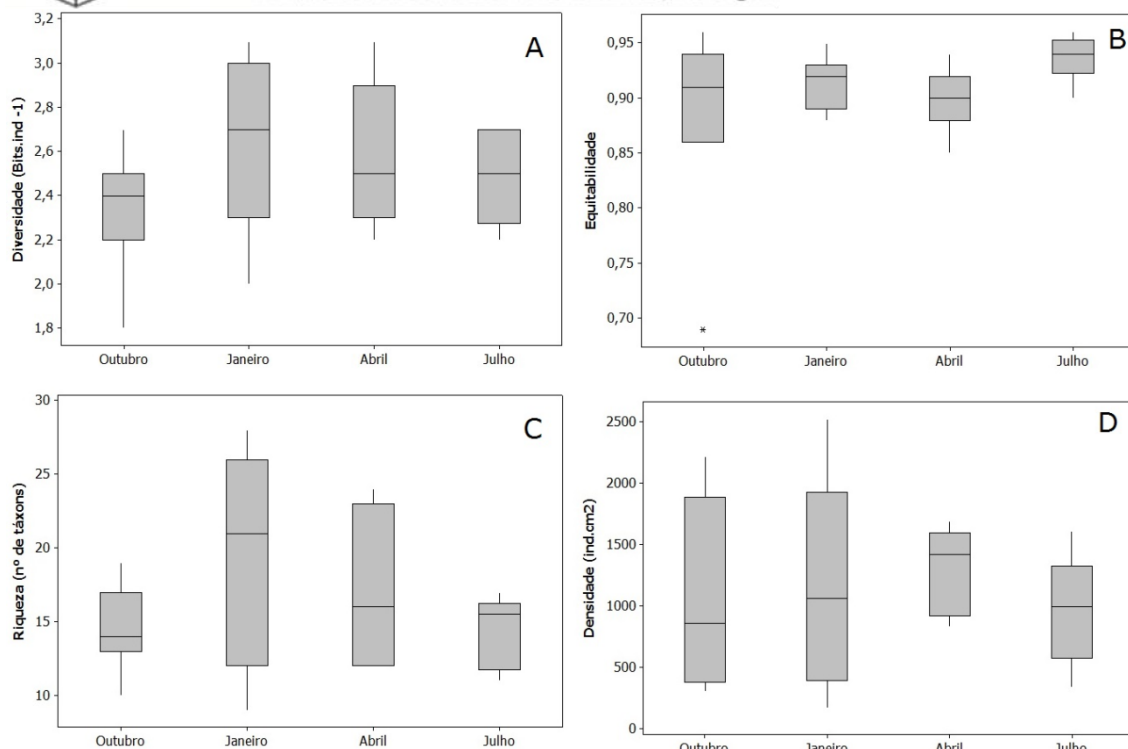


Figura 5.3.2.7 - Boxplot (medianas, quartis, $n = 7$) da (A) diversidade de espécies (bits.ind⁻¹), (B) Equitabilidade, (C) riqueza (nº de táxons) e (D) densidade total (ind.mL⁻¹) da comunidade perifítica observada nos pontos de coleta no período de outubro de 2017 a julho de 2018.

Referências Bibliográficas

- Allan, J. D. & Castillo, A. M. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters**. 2a ed. Springer, Dordrecht. 436p. 2007.
- Bicudo, C.E.M & Menezes, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos, SP, Ed.RiMa. 3ª ed. 2017.
- Borics, G.; Várbíró, G.; Grigorszky, I.; Krasznai, E.; Szabó, S. & Kiss, K. T. **A new evaluation technique of potamoplankton for the assessemnt of the ecological status of rivers**. Large Rivers, 17. Archiv für Hydrobiologie Supplement, 161: 465–486. 2007.
- 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. **Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe**. J. Appl. Phycol., 10: 215–224, 1998.
- Laux, M. & Torgan, L.C. **Diatomáceas com plastídeos no plâncton da foz dos rios do Delta do Jacuí, sul do Brasil: um complemento à taxonomia tradicional**. Porto Alegre. IHERINGIA, Série Botânica, v.66, n.1, p109-132, 2011.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

- Lobo, E. A.; Katoh, K. & Aruga, Y. **Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo Metropolitan area.** Freshwater Biol., 34: 191-204, 1995.
- Lobo, E. & Leighton, G. **Estructuras comunitarias de las fitocenoses planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile.** Rev. Biol. Mar., 22: 1-29, 1986
- Margalef, R., **Limnologia.** Barcelona, Ed. Omega, 1010p.1983.
- Round, F. E. **A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality.** , London HMSO Publisher. 63p, 1993.
- Schwarzbold, A. **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), 1992.
- Steinman, A. D. & McIntire, C. D. **Recovery of lotic periphyton communities after disturbance.** Environmental Management, 14: 589-604, 1990.
- Taylor, J.C & Cocquyt, C. **Diatoms from the Congo and Zambezi Basins – Methodologies and identification of the genera.** The Belgian Development Cooperation, Belgium. 364p.2016.
- Utermöhl, H. **Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik.** Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol., 9: 1-38.1958.
- Wetzel, R. G. & Likens, E. **Limnological Analysis.** Springer-Verlag, New York. 391 p.1991.

Os compartimentos Fitoplâncton e Perifíton têm como responsável técnica a Bióloga Esp. Daniela de Carvalho Leite Ribeiro.



5.3.3 ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton está aqui representado pelos táxons Rotifera, Cladocera e Copepoda.

Foram identificados no período, um total de 113 espécies do zooplâncton, sendo 10 Cladocera, 11 Copepoda e 92 Rotifera, conforme listagem abaixo.

Cladocera

<i>Alona</i> sp.	<i>Cephalodella gibba</i>
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	<i>Colurella obtusa</i>
<i>Bosminopsis deiterni</i>	<i>Cephalodella</i> sp.
<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Cephalodella</i> cf. <i>forficula</i>
<i>Daphnia gessneri</i>	<i>Colurella obtusa</i>
<i>Diaphanosoma</i> sp.	<i>Colurella uncinata bicuspidata</i>
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	<i>Conochilus coenobasis</i>
<i>Macrothrix triserialis</i>	<i>Colurella uncinata</i>
<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Conochilus unicornis</i>
<i>Moina micrura</i>	<i>Hexarthra intermedia braziliensis</i>

Copepoda

<i>Acanthocyclops michaelsoni</i>	<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	<i>Keratella cochlearis tecta</i>
<i>Acanthocyclops viridis</i>	<i>Keratella lenzi</i>
<i>Ectocyclops</i> sp.	<i>Euchlanis dilatata</i>
<i>Eucyclops serrulatus</i>	<i>Filinia longiseta</i>
<i>Eucyclops solitarius</i>	<i>Filinia terminalis</i>
<i>Metacyclops</i> sp.	<i>Collotheca</i> sp.
<i>Microcyclops anceps anceps</i>	<i>Keratella americana</i>
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	<i>Keratella tropica</i>
<i>Paracyclops fimbriatus chiltoni</i>	<i>Keratella serrulata</i> f. <i>curvicornis</i>
<i>Tropocyclops prasinus</i>	<i>Kellicottia bostoniensis</i>

Rotifera

<i>Bdelloidea</i>	<i>Lecane (H) inopinata</i>
<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Lecane (H) kluchor</i>
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	<i>Lecane (M) bulla bulla</i>
<i>Ascomorpha</i> sp.	<i>Lecane (M) closterocerca</i>
<i>Asplanca</i> sp.	<i>Lecane (M) decipiens</i>
<i>Brachionus angularis</i>	<i>Lecane (M) hamata</i>
<i>Brachionus patulus patulus</i>	<i>Lecane (M) lunaris</i>
<i>Brachionus quadridentata</i>	<i>Lecane (M) lunaris</i> f. <i>perplexa</i>
	<i>Lecane (M) monostyla</i>
	<i>Lecane (M) quadridentata</i>
	<i>Lecane (M) stenroosi</i>
	<i>Lecane</i> cf. <i>subtilis</i>

continua



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Continuação

<i>Lecane crepida</i>	<i>Synchaeta oblonga</i>
<i>Lecane hornemanni</i>	<i>Testudinella incisa</i>
<i>Lecane flexilis</i>	<i>Testudinella patina f. dendradena</i>
<i>Lecane curvicornis</i>	<i>Testudinella patina f. intermedia</i>
<i>Lecane levistyla</i>	<i>Trichocerca bicristata</i>
<i>Lecane luna</i>	<i>Trichocerca (D) bidens</i>
<i>Lecane luna</i> var. <i>presumpta</i>	<i>Trichocerca capuccina</i>
<i>Lecane ludwigii</i>	<i>Trichocerca</i> cf. <i>brachyura</i>
<i>Lecane signifera</i>	<i>Trichocerca</i> cf. <i>iernis</i>
<i>Lepadella ovalis</i>	<i>Trichocerca</i> cf. <i>tigris</i>
<i>Lepadella</i> cf. <i>obtus</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>
<i>Lepadella acuminata acuminata</i>	<i>Trichocerca incisa</i> var. <i>emarginula</i>
<i>Lophocharys oxystemoon</i>	<i>Trichocerca porcellus</i>
<i>Lecane</i> sp.	<i>Trichocerca pusilla</i>
<i>Lecane subtilis</i>	<i>Trichocerca similis</i>
<i>Lecane tabida</i>	<i>Trichocerca</i> sp.
<i>Lecane leontina</i>	<i>Trichotria tectralis</i>
<i>Lepadella patella</i>	<i>Trichotria tectralis</i> var. <i>similis</i>
<i>Macrochaetus collinsi</i>	
<i>Macrochaetus collinsi f. braziliensis</i>	
<i>Monommata</i> sp.	
<i>Mytilina bicarinata</i>	
<i>Mytilina ventralis</i>	
<i>Polyarthra</i> cf. <i>remata</i>	
<i>Polyarthra</i> cf. <i>vulgaris</i>	
<i>Polyarthran</i> cf. <i>dolychoptera</i>	
<i>Platyas quadricornis</i>	
<i>Ploesoma truncatum</i>	
<i>Pompholyx complanata</i>	
<i>Ptygura</i> cf. <i>elsteri elsteri</i>	
<i>Ptygura</i> sp.	
<i>Scaridium longicaudum</i>	
<i>Synchaeta</i> sp.	

Com relação a abundância absoluta das espécies coletadas, as figuras 5.3.3.1 e 5.3.3.2 mostram os resultados obtidos para o período estudado.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

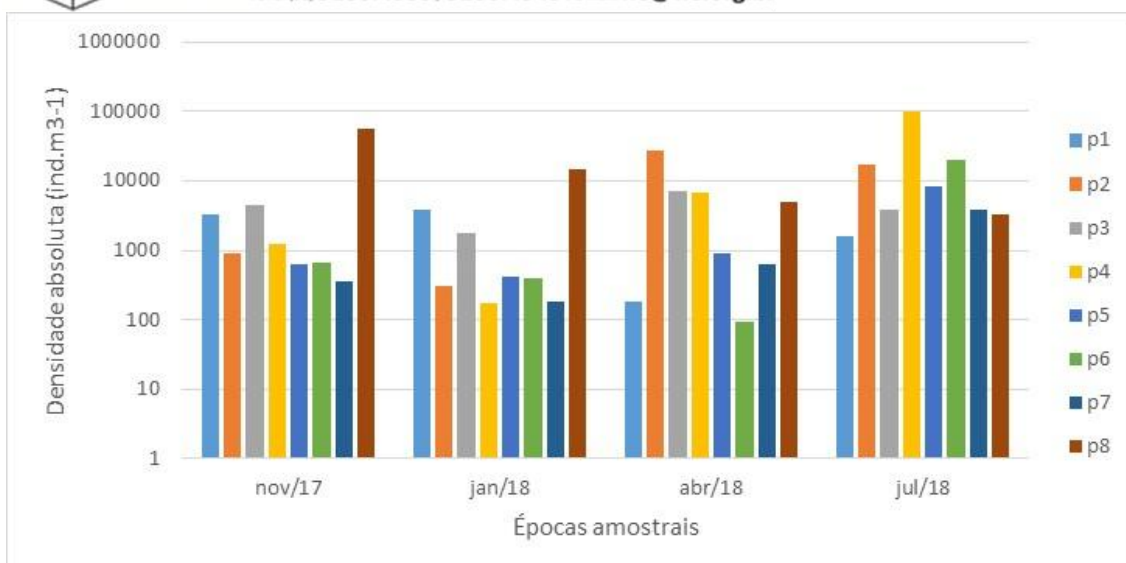


Figura 5.3.3.1 - Abundância absoluta (Indv.m₃⁻¹) dos indivíduos do zooplâncton por época de coleta, realizadas trimestralmente entre novembro de 2017 e julho de 2018.

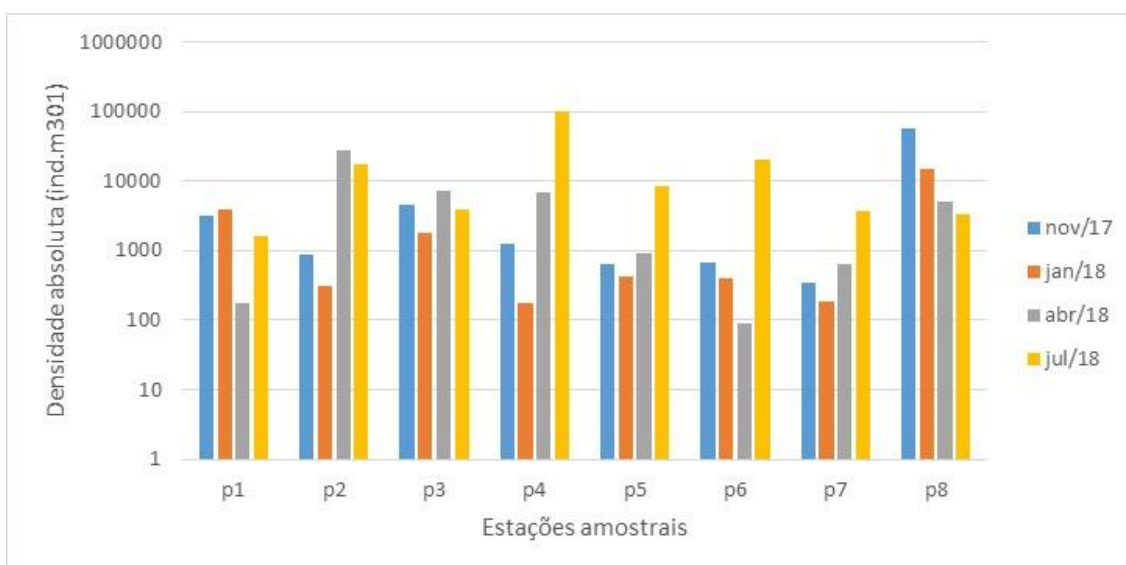


Figura 5.3.3.2 - Abundância absoluta (Indv.m₃⁻¹) dos indivíduos do zooplâncton por estação amostral, coletados trimestralmente entre novembro de 2017 e julho de 2018.

Foram significativos, em termos de abundância absoluta, os meses de julho de 2018 e novembro de 2018, principalmente nas estações amostrais P4 e P8, respectivamente, conforme mostra a figura 5.3.3.1.

A estação denominada P6, apresentou em abril de 2018 o menor resultado para este quesito, ou seja, 92 ind.m₃⁻¹ (Fig. 5.3.3.2) e a estação P4 o maior resultado em julho de 2018 (100.800 ind.m₃⁻¹).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Em novembro de 2017, foram significativas as presenças principalmente de náuplios com um percentual de abundância relativa de 79,9% e a predominância de organismos com hábito planctônico, como *Moina micrura* na estação P8. Em julho de 2018 *Polyarthra* cf. *remata* e *P. vulgaris* foram predominantes (33%) na estação P4, além das espécies planctônicas de Cladocera, como *Daphnia gessneri*, náuplios e copepoditos e o Copepoda Calanoida *Notodiaptomus incompositus*.

Com relação ao resultado da abundância absoluta para a estação P6, em julho de 2018, ressalta-se a importância novamente dos náuplios de Copepoda com 82% de abundância relativa nesse local. Novamente nota-se que a estação P6 mostra uma importante recuperação de qualidade, uma vez que em anos anteriores não havia sequer a ocorrência de nenhum indivíduo.

Os resultados da riqueza de espécies estão compilados nas figuras 5.3.3.3 e 5.3.3.4.

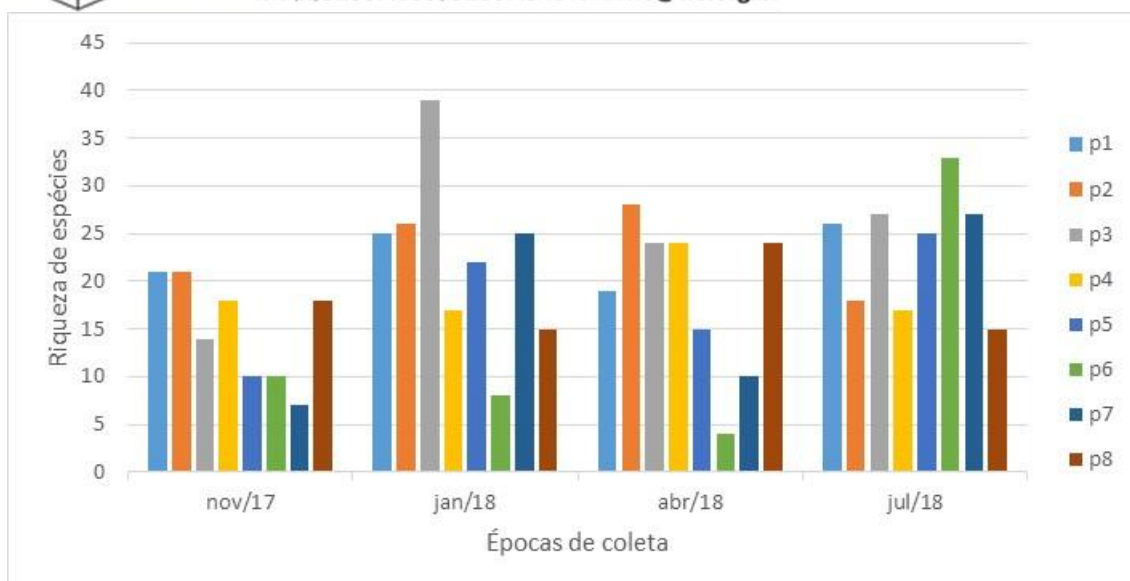


Figura 5.3.3.3 - Riqueza de espécies do zooplâncton por época de coleta, nas coletas realizadas trimestralmente entre novembro de 2017 e julho de 2018.

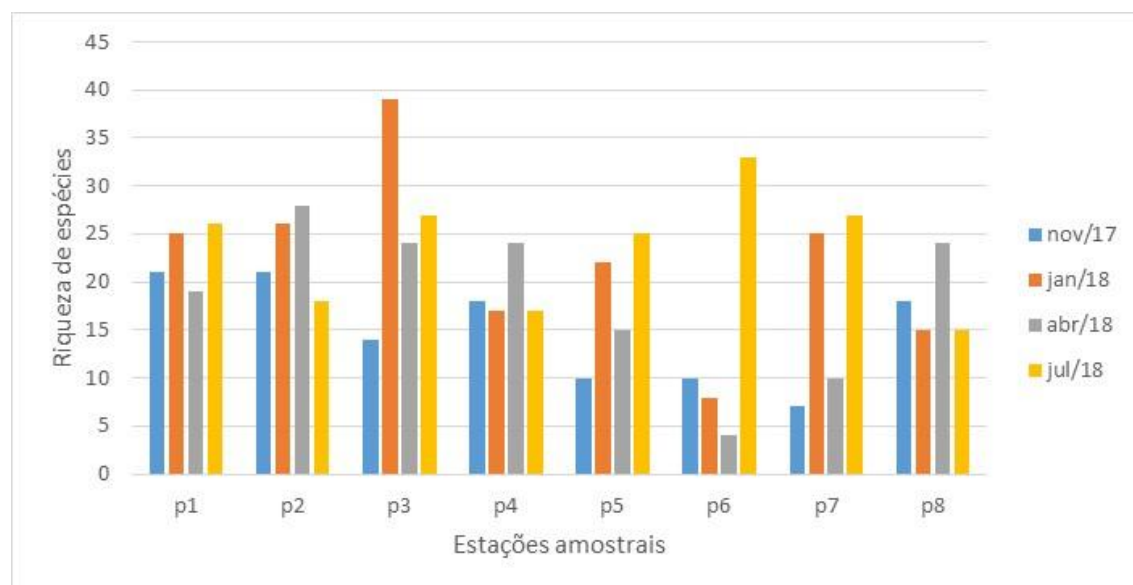


Figura 5.3.3.4 - Riqueza de espécies do zooplâncton por estação de coleta, nas coletas realizadas trimestralmente entre novembro de 2017 e julho de 2018.

Os maiores resultados para a riqueza de espécies foram observados nas estações P3 (em janeiro de 2018) e P6 em julho de 2018).

Janeiro e julho de 2018 foram os meses de melhores resultados, conforme mostra a figura 5.3.3.3. Em janeiro, a densidade pode ser explicada pelo



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

consequente aumento da temperatura da água que aumenta o metabolismo dos ecossistemas aquáticos, propiciando melhor habitat para a biota. Em julho, durante as coletas, ocorreram chuvas torrenciais, fato que pode ter contribuído para os números significativos de densidades numéricas de espécies zooplanctônicas, principalmente aquelas com hábito predominantemente planctônico, que podem ter sido carreadas pelo fluxo e velocidade das águas para dentro do sistema.

De uma forma geral, novamente a estação P3 parece ser a de melhor qualidade neste quesito, em janeiro de 2018.

Nessa estação amostral, as maiores riquezas foram representadas pelas espécies de habitat bentônico como o gênero *Lecane* com o maior número de espécies.

Já a riqueza da estação P6 foi representada, em julho de 2018, principalmente pela maior ocorrência dos Cladoceros plantônicos, como *Daphnia gessneri*, *Ceriodaphnia cornuta* entre outras espécies planctônicas de Rotifera.

Nas figuras 5.3.3.5 e 5.3.3.6 estão compilados os resultados da diversidade de Shannon.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

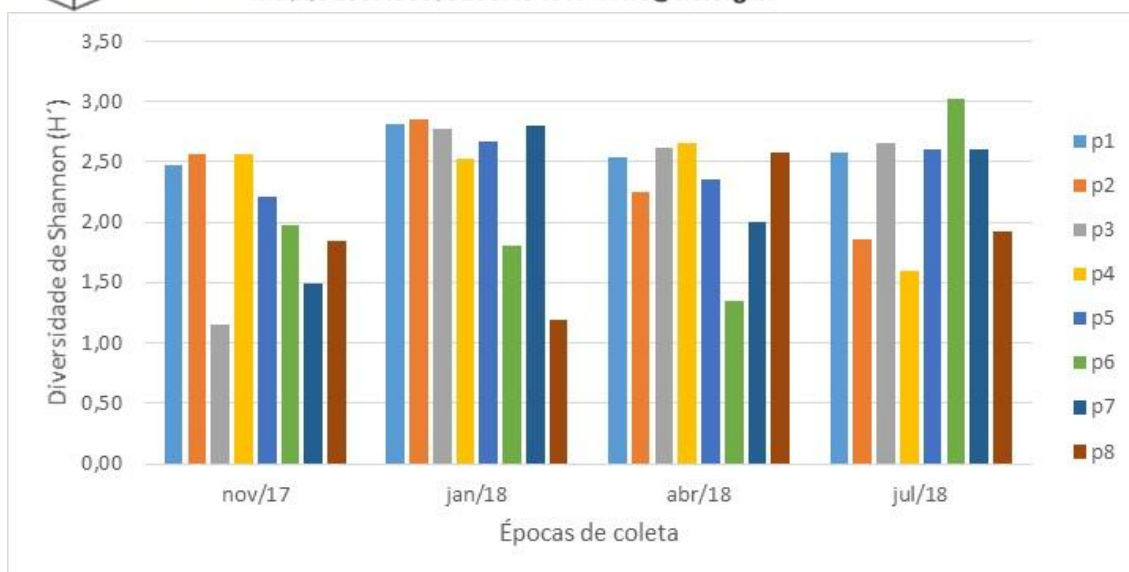


Figura 5.3.3.5 - Diversidade de Shannon para o zooplâncton, por época amostral, coletado trimestralmente no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

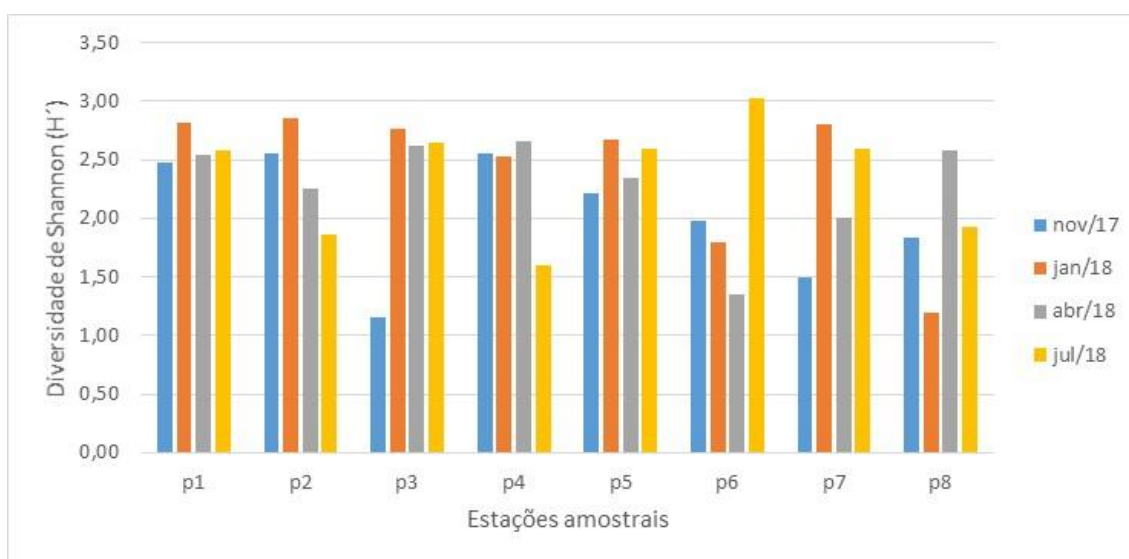


Figura 5.3.3.6 - Diversidade de Shannon para o zooplâncton, por estação amostral, coletado trimestralmente no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

De uma forma geral, a estação P1 mostrou resultados muito homogêneos no período para o índice de diversidade de Shannon, mas a estação P6 apresentou o maior valor em julho de 2018. A estação P8, de uma forma geral, mostra resultados inferiores do que as demais em todos os períodos analisados.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Como ressaltado anteriormente na riqueza de espécies, o P6 apresentou uma boa variedade de espécies, principalmente de habitat planctônico.

Quanto a equitatividade, mostrada nas figuras 5.3.3.7 e 5.3.3.8, janeiro de 2018 foi o mês com maior equilíbrio entre as espécies do zooplâncton.

A equitatividade representa a importância relativa das espécies nos diferentes ambientes. Neste caso, as estações P5 e P6 mostram os melhores resultados no período.

Na figura 5.3.3.8 pode-se observar a estação P6 com os menores resultados.

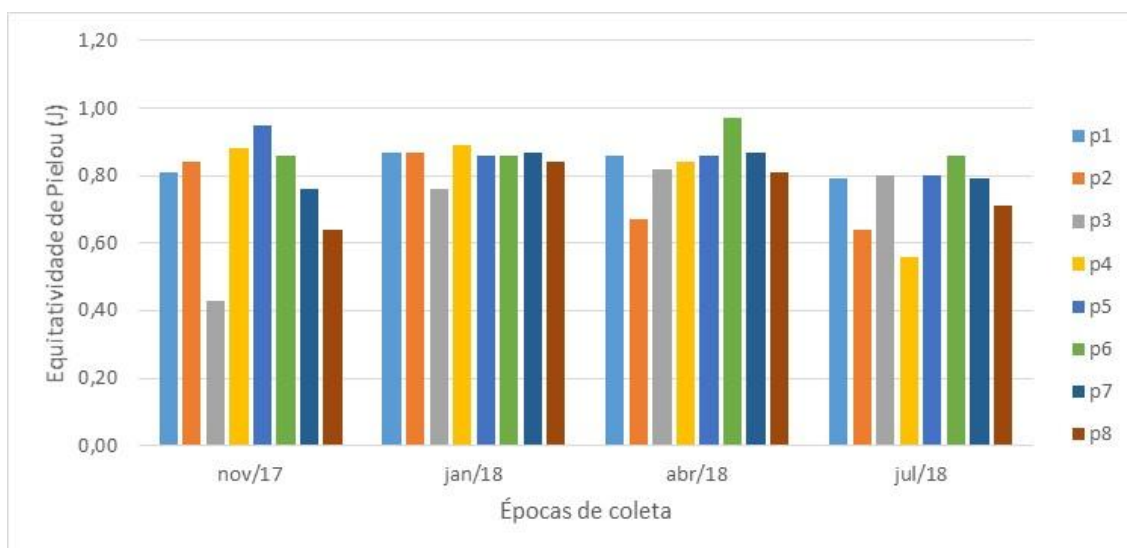


Figura 5.3.3.7 - Equitatividade para o zooplâncton, por época amostral, coletado trimestralmente no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

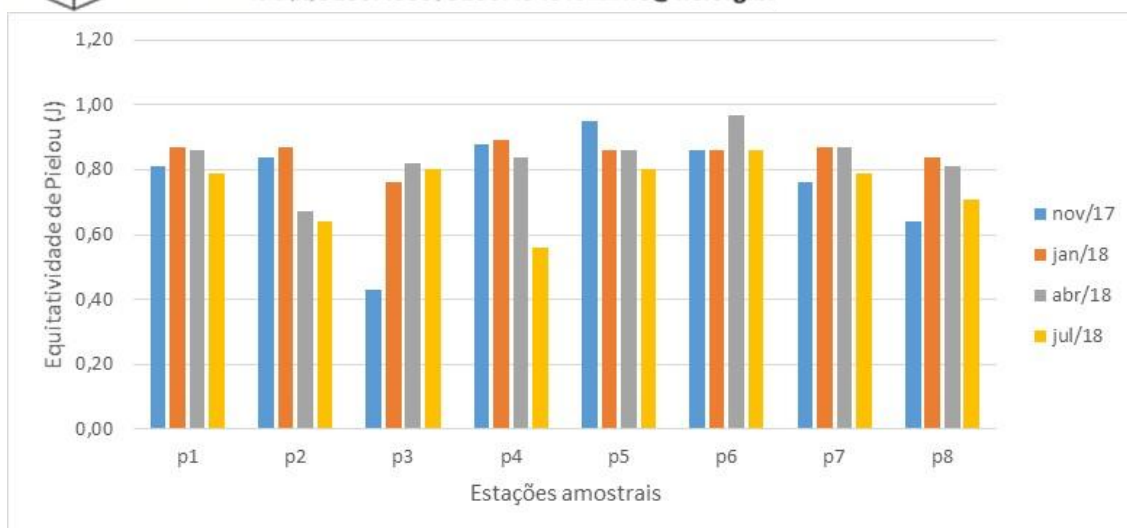


Figura 5.3.3.8 - Equitativade para o zooplâncton, por estação amostral, coletado trimestralmente no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

Considerações Finais

Novamente, na comparação entre as épocas amostrais, os resultados obtidos para o zooplâncton mostram principalmente o efeito da sazonalidade na composição e na estrutura da comunidade, e em segundo lugar a característica hidrológica e limnológica de cada estação amostral.

O mês de janeiro, por representar a época de maiores temperaturas, é mais propício para melhores resultados, seja de abundância de espécies, seja de riqueza ou diversidade, em todos os locais investigados. Já o inverno, representado pelo mês de julho de 2018 foi muito chuvoso, fato que pode ter propiciado melhores resultados com relação à riqueza e abundância das espécies zooplanctônicas no sistema, possivelmente carregadas para o sistema.

Evidentemente o sistema investigado é heterogêneo, com características hidrológicas diferenciadas (ambiente lântico e lótico), mas nota-se que a estação P2, com características de ambiente lântico, é muito parecida com a estação P4. Desta forma, parece que a estação P4 é bem mais influenciada pela P2 do que por qualquer outra. A estação P8 – efluente, que sofre a influência do sistema de tratamento de esgotos da Usina Termelétrica, (ambiente lântico), também apresenta o aumento da ocorrência das



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

espécies verdadeiramente planctônicas, porém com menores valores de riqueza e diversidade de espécies.

Quando comparadas entre si, de uma forma geral, a estação P3 parece apresentar a melhor qualidade ambiental. Outro resultado importante a se comentar é a sensível melhora da qualidade ambiental da estação denominada P6. Em coletas de anos anteriores, nas quais o pH deste local era bastante ácido, não existia sequer a ocorrência de qualquer espécie.

Referências Bibliográficas

- DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. São Paulo: Ed. Vozes, EDUSP, 1973. 472p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Brasília, Universa, 1997. 155p.
- JERSABEK, C D; E BOLORTSETSEG. Mongolian rotifers (Rotifera, Monogononta) – a checklist with annotations on global distribution and autecology. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. V. 159 (119-168). 2010
- KOSTE, W. *Rotatoria; Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk Begründet von Max Voigt. Überordnung monogononta*, 2. Aufl. Berlin: Gebrüder Borntraeger. 1978. 637p.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- 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.
- POURRIOT, R. Food and feeding habits of Rotifera. *Arch. Hidrobiol. Bein. Engelm. Limnol.* 10: 243-260. 1977
- RUTTNER-KOLISKO, A. Plankton rotifers. *Biology and Taxonomy*. Die Binnengewässer. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, supplementary edition, v.XXVI, part 1, 1974. 146p.

O compartimento Zooplâncton é de responsabilidade técnica da Bióloga Dra. Catarina da Silva Pedrozo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

5.3.4 MACROFAUNA BENTÔNICA

Introdução

O presente relatório apresenta os resultados das campanhas de primavera de 2017 e do verão, outono e inverno de 2018, relativos ao monitoramento da macrofauna na área de influência da Usina Termoeletrica Presidente Médici (UTPM), bem como a interpretação destes resultados na análise da qualidade dos corpos hídricos monitorados.

É mais uma etapa do biomonitoramento em que a diversidade biológica: Insetos, anelídeos, crustáceos, moluscos e outros grupos de invertebrados foram analisados e utilizados na avaliação da qualidade ambiental dos corpos hídricos. Com base na premissa de que a estrutura das comunidades da macrofauna bentônica, com suas distintas populações de espécies residentes e diferentes graus de tolerância as alterações ambientais, acabam por refletirem a qualidade do local que se está analisando.

A macrofauna bentônica constitui-se em uma comunidade de organismos aquáticos de hábitos bentônicos, que vivem associados a diversos tipos de substratos, por pelo menos parte de sua vida. Eles habitam os mais variados ambientes, são de natureza sedentária e sensíveis às perturbações ambientais. A sua importância se explica pela sua abundância e grande diversidade, incluindo insetos, anelídeos, crustáceos, moluscos e outros grupos de invertebrados. Desempenham importante função nos processos ecossistêmicos, papel essencial nas cadeias alimentares, na produtividade, na regeneração de nutrientes inorgânicos, na remineralização da matéria orgânica, na biodeposição, na desestabilização e estabilização do substrato.

Materiais e Métodos

Todos os procedimentos utilizados 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

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”.

Procedimentos em campo

No campo, os equipamentos utilizados nas coletas dos invertebrados bentônicos foram o Surber, com malha de 0,210mm e a draga de Petersen (modificada).

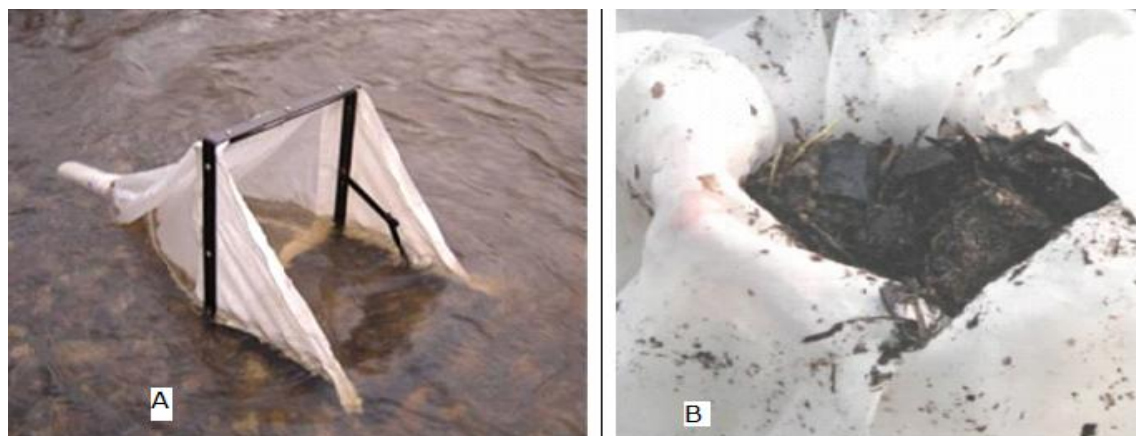


Figura 5.3.4.1 - Amostrador Surber (A) material coletado (B).

O Surber com área de 0,900m² (Figuras 5.3.4.1 - A) naqueles locais onde se observa maior atividade erosiva (Figura 5.3.4.3), nas áreas de maior correnteza, onde predominam os substratos menos particulados como pedras grandes e pequenas, seixos e cascalho grosso (Figuras 5.3.4.1 - B). A exceção das estações PM5 e PM7 devido às características do substrato.

A draga de Petersen (modificada) com área de 0.0345m² (Figura 5.3.4.2 - A) nas áreas de remanso (de deposição) (Figura 5.3.4.3), locais em que se observa o predomínio de substratos mais particulados como cascalho fino, areia e silte (Figura 5.3.4.2. - B).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

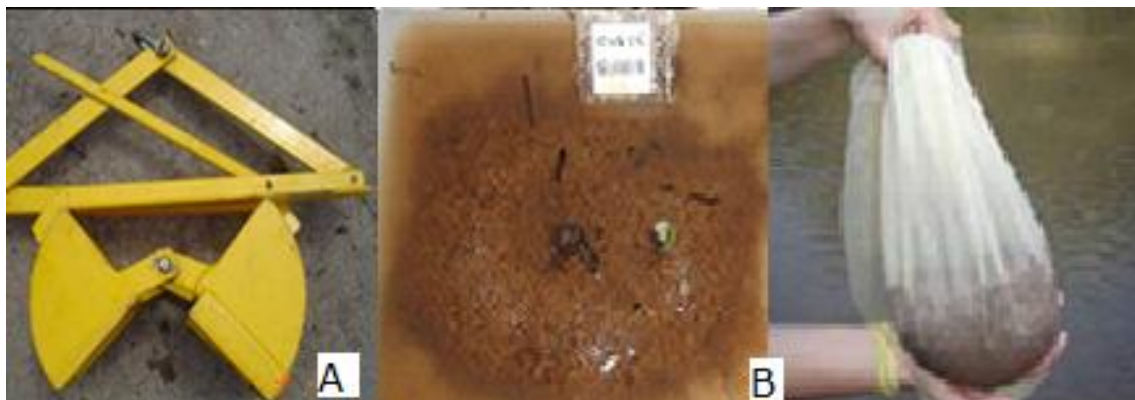


Figura 5.3.4.2 - Amostrador do tipo busca fundo, draga de Petersen modificada (A) material coletado (B).



Figura 5.3.4.3 - áreas de correnteira e remanso na Estação amostral PM1

Em razão da natureza agregada das populações que compõem a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, quando o objetivo é o levantamento quantitativo, a tomada de réplicas se faz necessário. Adota-se um número de três réplicas por habitat amostrado por este ser um número que atende aos requisitos e por ser um número exequível, principalmente em razão do tempo gasto no processamento destas amostras. Após a coleta, cada amostra foi lavada sob uma malha com de 250µm abertura. O



material retido na malha foi colocado em saco plástico, identificado e fixado com formol 10%.

Observação: Na estação PM4 foram realizadas somente coletas com o Surber em razão da ausência de substratos particulados como cascalho fino, areia e silte. Nas estações PM2 e PM3, na coleta de inverno, não foi possível a utilização deste equipamento em razão do alto nível da água em decorrência das fortes chuvas. A draga de Petersen foi o único recurso utilizado nessas estações, assim como na PM5 e PM7 devido as características de seus substratos. Nas estações PM1, PM6 e PM8 (efluente) foram realizadas coletas com ambos amostradores.

Procedimentos no laboratório

Após a chegada no laboratório as amostras foram lavadas novamente para posterior triagem e contagem dos organismos sob estereomicroscópio. Posteriormente estes foram colocados em vidros com álcool 70% ou em lâminas, de acordo com as respectivas técnicas para cada táxon, para depósito na coleção (Figura 5.3.4.4).



Figura 5.3.4.4 - Amostra lavada na peneira, (A) sendo transferida para um vidro com álcool 70%, (B) processamento das amostras em estereomicroscópio.

Para a identificação das famílias de Oligochaeta (Figura 5.3.4.5) e das subfamílias de Chironomidae foram montadas lâminas semi-permanentes.



Para os espécimes de Oligochaeta é realizado com cada um dos organismos uma diafanização com lactofenol e posterior montagem de lâminas semi-permanentes, de acordo com BRINCKHURST & MARCHESE (1989). Para as larvas de Chironomidae a montagem é feita em lâminas com meio de Hoyer após a separação das cabeças e do corpo de cada um dos espécimens de acordo com EPLER (1985) e TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), para facilitar a análise das peças bucais e do corpo.

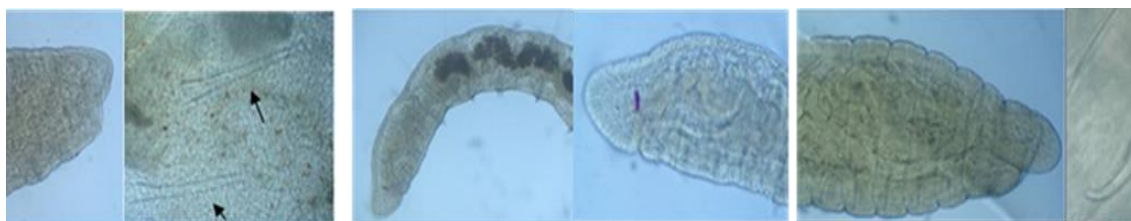


Figura 5.3.4.5 - Naidinae e Tubificinae - detalhes das estruturas utilizadas na identificação dos táxons de Oligochaeta.

A categoria "Bivalvia jovem" está representando aqueles organismos que seguramente são bivalves, mas que em função do tamanho muito reduzido são de difícil identificação. Representantes da meiofauna Nematoda, Ácari, Collembola e Ostracoda, retidos na malha de 0,250mm de abertura, foram considerados na análise.

Foram utilizadas as chaves de identificação de BRINCKHURST & MARCHESE (1989), EPLER (1985), McCAFFERTY (1981), MERRITT & CUMMINS (1984), ROBACK (1976), TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995).

Os dados obtidos foram reunidos em tabelas e gráficos, sendo os resultados expressos em números absolutos e os valores médios das respectivas réplicas. Abundância relativa (%) = $(N^{\circ} \text{ de indivíduos da espécie} / n^{\circ} \text{ total de indivíduos}) \times 100$ e densidade de organismos expressa por ind/m².

Para a análise dos resultados foram calculados os seguintes parâmetros biológicos: Número absoluto de organismos, densidade (ind.m²), riqueza de famílias, abundância relativa. A diversidade da comunidade de



invertebrados aquáticos foi estimada a partir da análise da diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J).

Para a discussão dos dados referentes à abundância relativa adotou-se a nomenclatura apresentada por McCULLOUGH & JACSON (1985) apud BRANDIMARTE (1991) na qual os grupos com abundância entre 50 -100% são considerados dominantes; entre 30-49% abundantes; entre 10-29% comuns; entre 1 e 9% ocasionais e <1% raros.

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

Riqueza de táxons (S) - número de táxons em uma determinada amostra. Uma vez que existe uma forte relação com o esforço amostral utiliza-se dos dados de amostras em triplicata, (considera-se que é um número que também atende as exigências do tempo existente para as triagens, identificação e apresentação dos relatórios).

O Índice *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), que considera a tolerância e sensibilidade dos organismos (adaptação de ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988), foi calculado considerando a presença/ausência das famílias, de acordo com os organismos em cada estação amostral.

Resultados

Um total de 35.419 macroinvertebrados distribuídos em 64 famílias foi coletado nos arroios da bacia do Arroio Candiota. As famílias dos macroinvertebrados encontrados pertencem a quatro Filos (Arthropoda, Mollusca, Platyhelminthes e Anellida) e as classes Malacostraca, Insecta, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Oligochaeta, Polychaeta e Turbellaria.

Na tabela 5.3.4.1, consta a ocorrência dos organismos nos locais amostrados. Foram encontrados, entre todas as amostras (8 estações de



coleta x tréplicas de Surber e Draga) 35.419 organismos. Abaixo, na figura 5.3.4.6, segue o gráfico dos dados da abundância para todo o período monitorado.

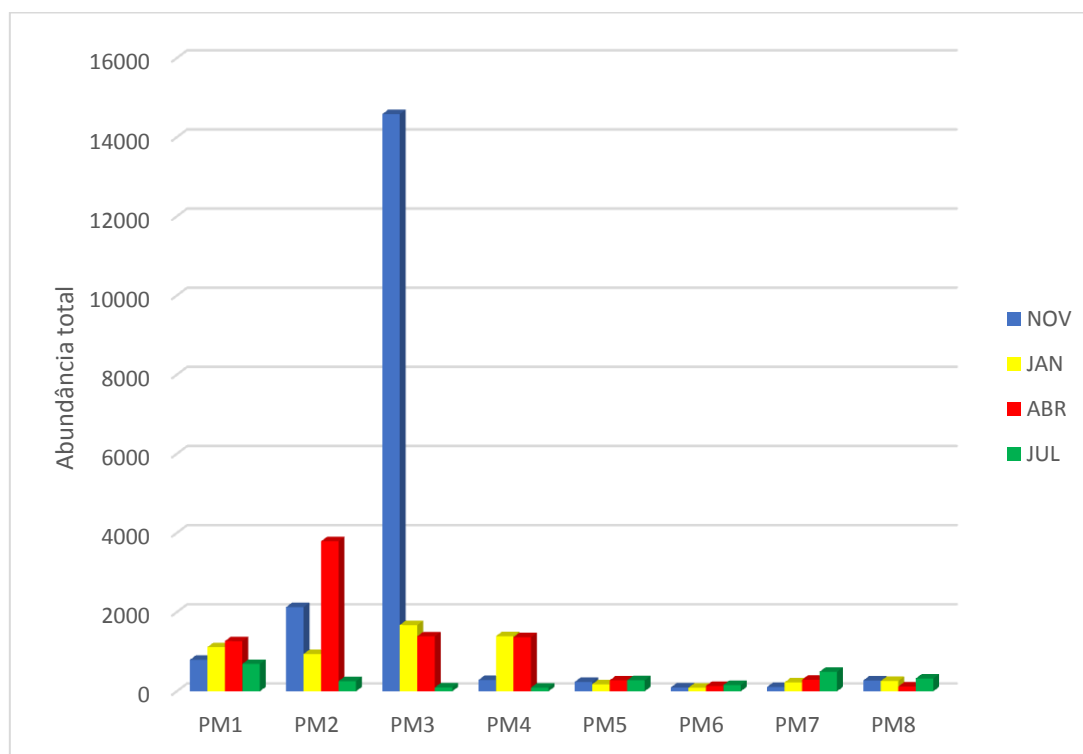


Figura 5.3.4.6 - Abundância de invertebrados bentônicos das estações monitoradas nas quatro campanhas de coleta.

O número de organismos encontrados variou muito entre as estações do ano, destaca-se a campanha de **primavera de 2017** pela alta abundância, com um grande número larvas de dípteros Simuliidae. O número total de organismos coligidos de todas as amostras nesta campanha, coletadas nas áreas de corredeira e de remanso, foi 18.509 organismos.

Na campanha de **verão de 2018** o número total de organismos coligidos de todas as amostras em áreas de corredeira e de remanso foi de 5.890 organismos (Figura 5.3.4.6), distribuídos em diversos táxons sendo que as maiores densidades foram registradas para a Classe Insecta, principalmente em razão das altas abundâncias de Chironomidae e Simuliidae. Os menores valores foram nas estações PM6 e PM7, com 177 e 91 indivíduos



respectivamente. O valor é baixo se comparado com o valor de 18.509 organismos encontrado na campanha anterior.

Na campanha do **outono** o número de organismos registrado foi 8.638, sendo que 3.791 foram encontrados nas amostras da PM2. No **inverno** o número de indivíduos foi bem menor, foram registrados apenas 2.390 organismos distribuídos nas áreas de corredeira e de remanso, um número considerado baixo quando comparado a de campanhas anteriores (Figura 5.3.4.6). A maior abundância foi no PM1 com 691 organismos. Muitos dos táxons encontrados não foram contabilizados por não fazerem parte da comunidade de invertebrados bentônicos ou de grupos reconhecidos como de hábitos semi-aquáticos, em razão do grande volume de águas devido às fortes chuvas, altas vazões e a consequente entrada de sedimentos e troncos, arrastados para dentro dos arroios. Nesta campanha o que se pode observar foi a drástica redução nas densidades e na diversidade de táxons considerados sensíveis, aqueles considerados indicadores de boa qualidade como muitas famílias das ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (EPT).

As estações amostrais com maior número de indivíduos, em ordem decrescente foram PM3 > PM2 > PM1 > PM4 > PM7, variando entre 17.744 e 1.124 organismos. Nas demais estações os valores foram inferiores ao número absoluto de 1000 indivíduos.

O período que antecedeu a campanha de coleta foi muito chuvoso e pode ter provocado uma redução na densidade de indivíduos em praticamente todas as estações de coleta. A elevada precipitação pluviométrica é um fator de importância para a abundância de invertebrados, pode ter sido por essa razão que o número de indivíduos foi mais baixo no inverno.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.4.1 - Ocorrência de organismos da macrofauna nos locais monitorados.

Famílias	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
Acaro	•	•	•	•		•	•	•
Aeglidae	•		•					
Ancylidae	•	•	•	•				
Athericidae	•		•					
Baetidae	•	•	•	•	•	•		•
Belostomatidae	•	•		•				
Caenidae	•	•	•					
Calopterygidae	•		•					•
Candonidae	•	•		•	•			
Ceratopogonidae	•	•	•	•	•	•	•	•
Chaoboridae		•		•	•			•
Chironomidae	•	•	•	•	•	•	•	•
Cochliopidae	•	•	•	•	•		•	•
Colembolla			•			•		
Coenagrionidae	•	•		•		•		•
Corixidae								
Corydalidae	•	•		•				•
Culicidae				•		•		
Curculionidae	•	•						
Cypridae	•		•	•				
Cyrenidae	•	•	•	•	•		•	
Darwinulidae	•	•	•					
Dogielinotidae	•	•	•					•
Dugesidae	•	•		•				
Dytiscidae	•			•				
Ecnomidae			•	•		•		
Elmidae	•	•	•	•	•	•	•	•
Empididae	•		•					•
Enchytraeidae	•	•		•		•	•	
Entomobryidae		•		•				•
Ephemeridae								•
Glossiphonidae	•	•	•	•	•		•	•
Glossosomatidae	•	•	•	•	•			•
Gomphidae	•	•			•	•		•
Gripopterygidae	•	•	•					
Helicopsychidae		•						
Hydrobiosidae		•						
Hydrophilidae	•	•	•	•				•
Hydropsychidae	•	•	•	•				•
Hydroptilidae	•	•	•	•				•
Hyriidae	•			•				

Continua...



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Continuação...

Isotomidae			•	•				
Leptoceridae	•	•	•	•		•	•	•
Leptohyphidae	•	•	•	•			•	•
Leptophlebiidae	•	•	•	•			•	
Libellulidae	•	•	•	•				
Lymnaeidae		•						
Megadrilli		•	•	•	•			
Mesovellidae			•	•				
*Naididae	•	•	•	•	•	•	•	•
Narapidae		•						
Naucoridae	•	•		•				
Nematoda	•	•	•	•		•	•	•
Odontoceridae	•	•	•	•				
Perlidae	•	•	•	•				
Philopotamidae	•	•	•	•				•
Planorbidae	•	•						•
Polycentropodidae	•	•		•	•			
Polymitarcyidae		•		•				
Psephenidae	•	•		•				
Psychodidae	•			•		•		•
Pyralidae	•	•	•	•				•
Simuliidae	•	•	•	•				•
Sphaeriidae	•	•	•	•			•	•
Tabanidae	•		•		•		•	•
Tanaidae		•						
Tipulidae	•	•	•		•		•	•
Vellidae		•	•					

* Naidinae e Tubificinae atualmente consideradas como subfamília de Naididae

Conforme exposto na tabela 5.3.4.1 e na figura 5.3.4.2. verifica-se que nas estações PM1, PM2, PM3 e PM4 os valores de riqueza de táxons foram mais altos. As estações PM5 e PM6 foram os locais com os menores valores. Na PM5 também foi contabilizado o número mais baixo de organismos.

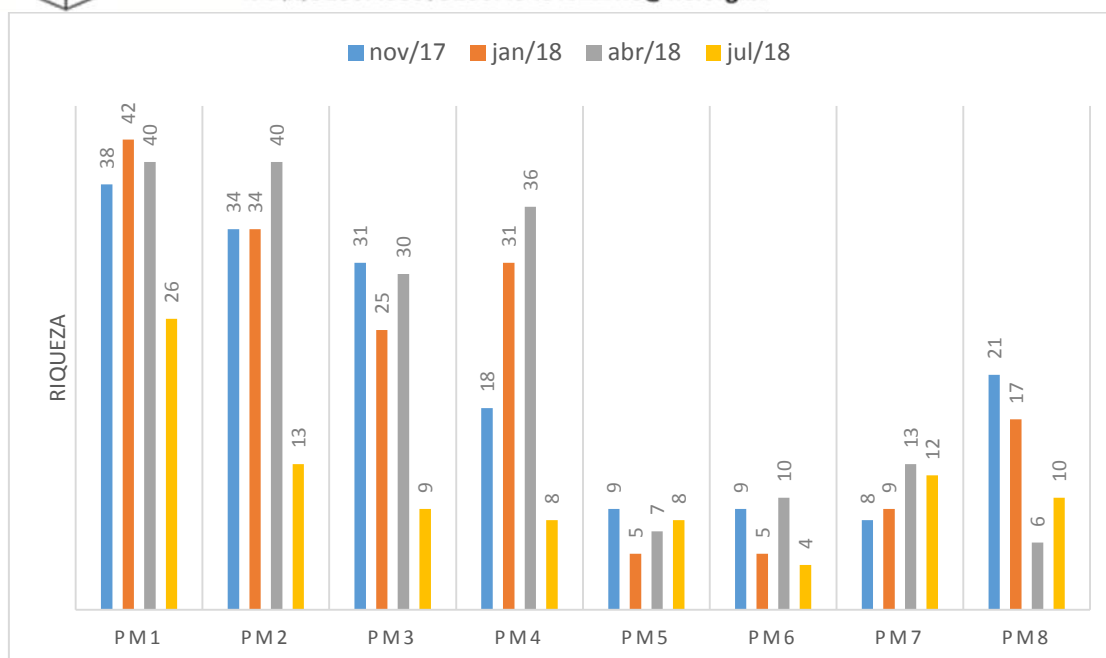


Figura 5.3.4.2 - Riqueza de táxons das quatro campanhas de coleta.

A riqueza de táxons, que descreve o número de unidades taxonômicas distintas de uma determinada amostra, quando utilizada como uma medida comparativa é uma importante forma de se medir a diversidade. A maior Riqueza de Famílias (número de famílias presentes na estação de coleta) e menor variabilidade foi na PM1, com o registro de 26 à 42 táxons. Esta estação está localizada no arroio Candiota, à montante da Usina Termelétrica Presidente Médici.

A partir desta análise se pode identificar que as alterações provocadas pelo aumento nas quantidades de águas nos arroios, na campanha de julho também influenciaram na ocorrência das espécies, restringindo o número de táxons em praticamente todas as estações de coleta. Esta influência fica mais clara nas estações de coleta PM1, PM2, PM3 e PM4. (Figura 5.3.4.2).

De acordo com o índice de dominância de Swartz (SDI), quanto maior o número de táxons menor a dominância. Este índice tem como base a abundância relativa, em ordem crescente, e destaca famílias cujos valores alcancem juntas 75% do total de indivíduos encontrados, expressando a dominância das famílias que habitam ali.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

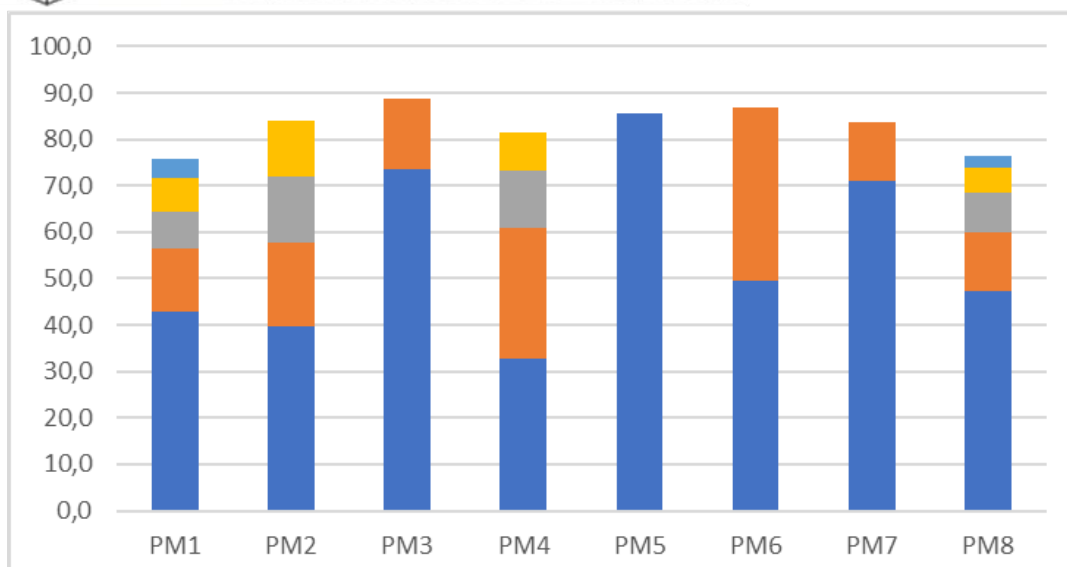


Figura 5.3.4.3 - Representação gráfica da composição do índice de Swartz de novembro de 2017.

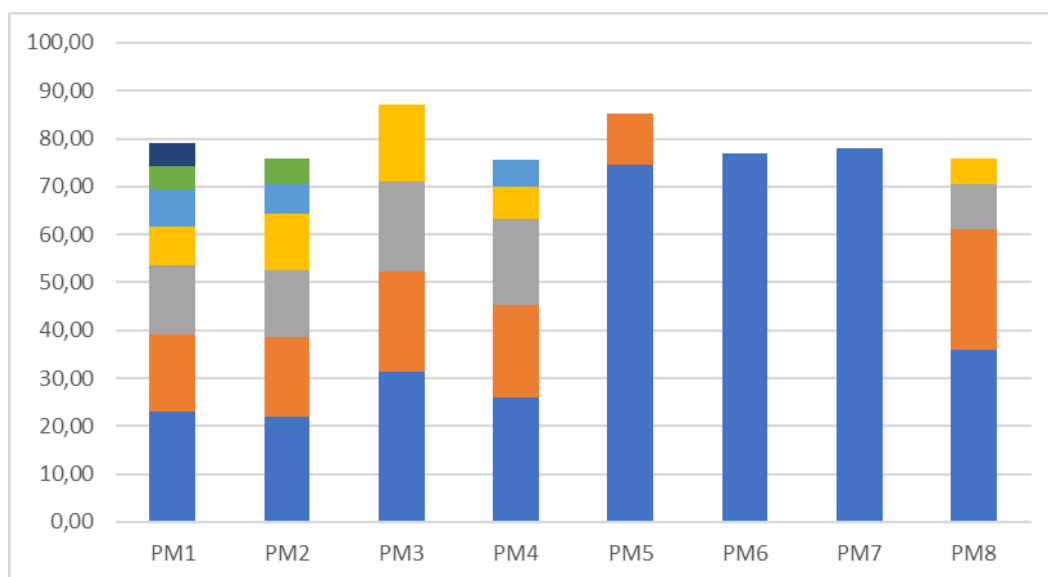


Figura 5.3.4.4 - Representação gráfica da composição do índice de Swartz de janeiro de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

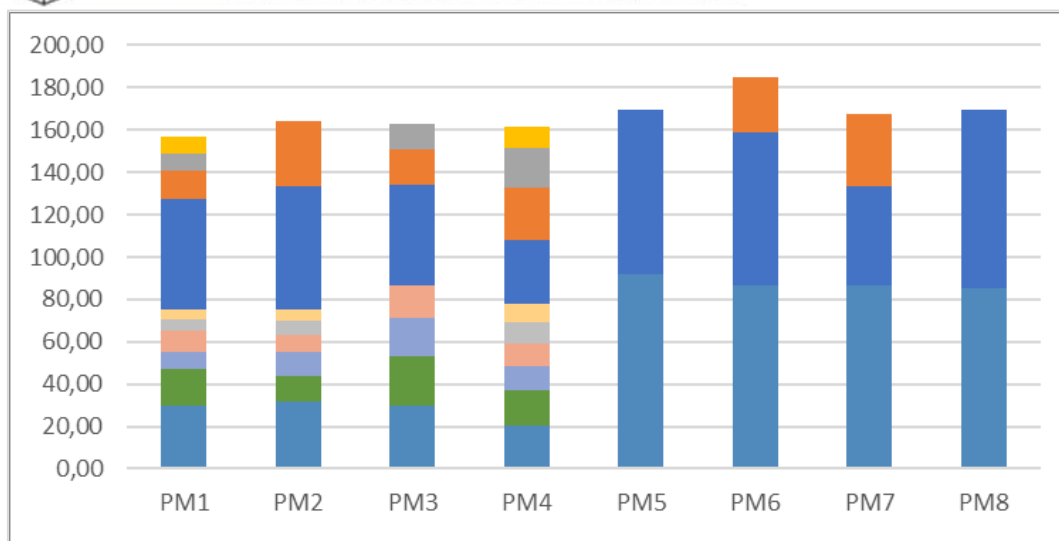


Figura 5.3.4.5 - Representação gráfica da composição do índice de Swartz de abril de 2018.

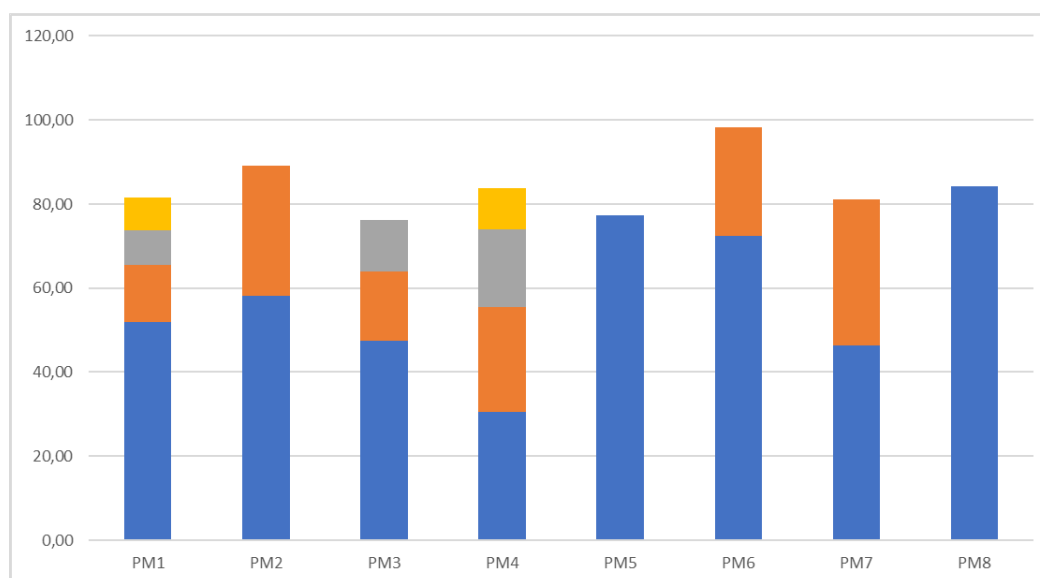


Figura 5.3.4.6 - Representação gráfica da composição do índice de Swartz de julho de 2018.

Nos gráficos das figuras 5.3.4.7 a 5.3.4.10, 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, e o índice de Equitabilidade de Pielou. Os valores de Diversidade de Shannon e Equitabilidade de Pielou apresentados não refletem o que foi visto em relação aos dados de abundância relativa, riqueza e a dominância de SWARTZ (Figuras 5.3.4.3 a 5.3.4.6).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

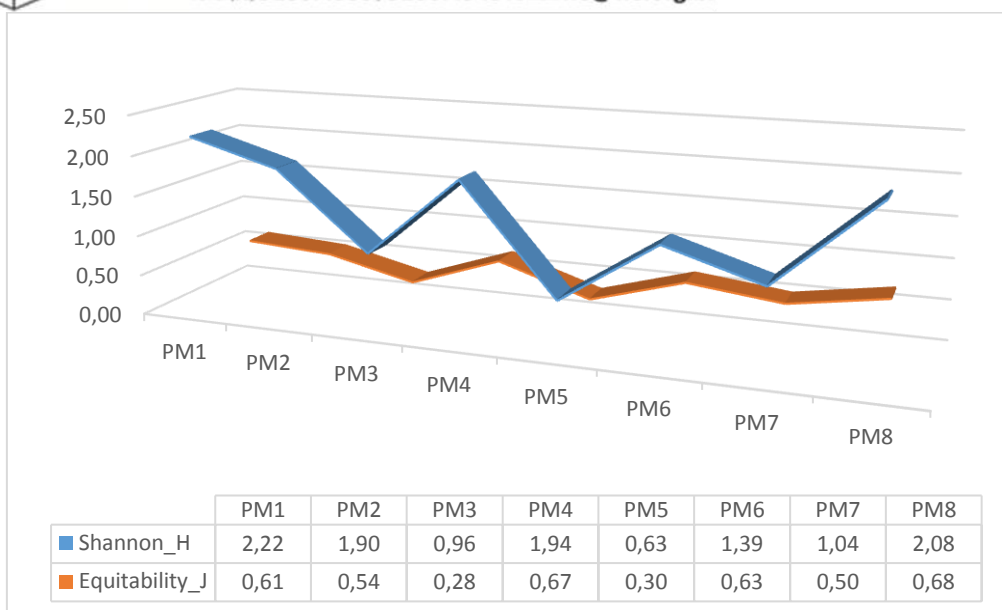


Figura 5.3.4.7 - Aplicação dos índices de diversidade Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para os indivíduos amostrados nos pontos monitorados na campanha novembro de 2017.

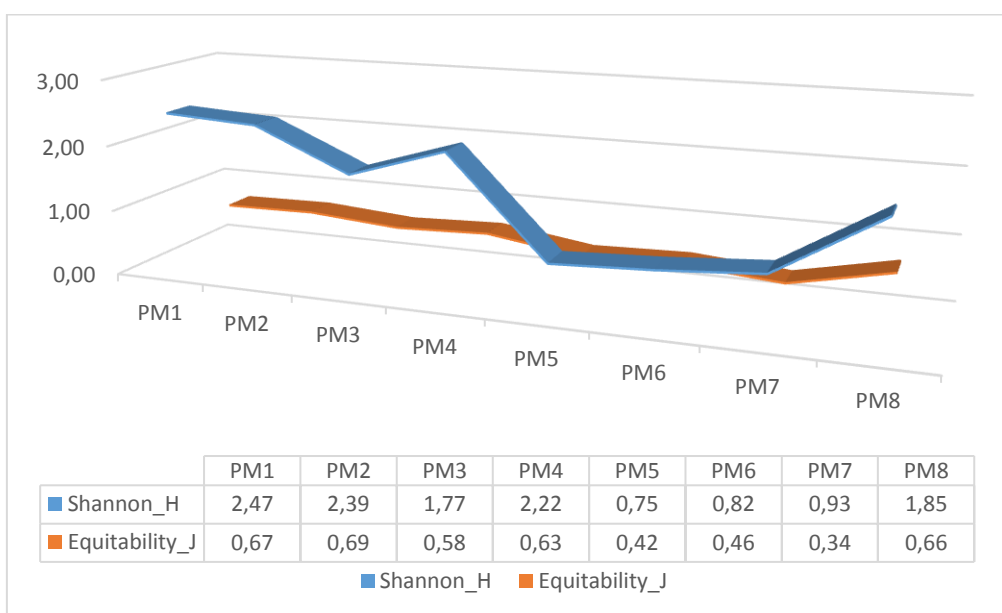


Figura 5.3.4.8 - Aplicação dos índices de diversidade Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para os indivíduos amostrados nos pontos monitorados na campanha janeiro de 2018.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

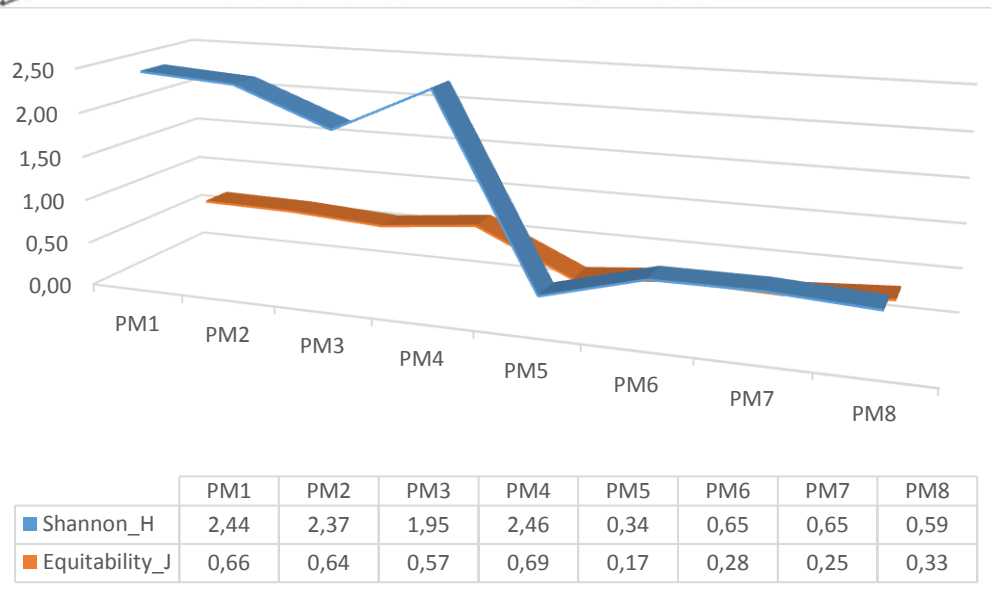


Figura 5.3.4.9 - Aplicação dos índices de diversidade Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para os indivíduos amostrados nos pontos monitorados na campanha Abril de 2018.

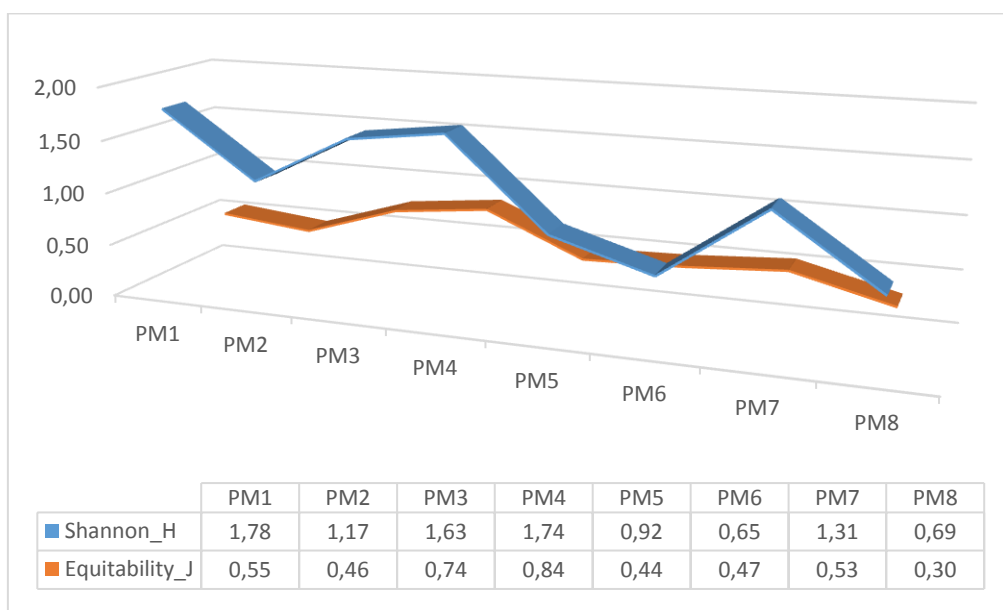


Figura 5.3.4.10 - Aplicação dos índices de diversidade Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') para os indivíduos amostrados nos pontos monitorados na campanha Julho de 2018.

O objetivo principal do monitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é de acompanhar, através de atributos intrínsecos a estrutura da comunidade e as possíveis alterações do meio. Em se tratando de organismos bentônicos, a maior dificuldade está em



identificar se as variáveis relativas à estrutura de determinada população ou comunidade observada em decorrência de variações naturais do ambiente ou de alterações de origem antropogênica.

De acordo com Alba-Tercedor (1996) as comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas. 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.

Em relação à tolerância frente a adversidades ambientais os macroinvertebrados bentônicos são comumente classificados em três grupos principais (dentro de cada grupo pode haver exceções). Os organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes.

O primeiro grupo refere-se principalmente aos representantes das ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (EPT). 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.

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

As famílias de EPT foram mais abundantes no PM1, PM2 e PM3, indicativo de melhor qualidade ambiental. Taylor & Bailey (1997) afirmam que os macroinvertebrados bentônicos são indicadores eficientes da qualidade do



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

meio afetado pelos efluentes oriundos da exploração do carvão mineral e ressaltam a necessidade de observar se há um declínio na abundância ou riqueza dos táxons de EPT, pois estes são os primeiros indicadores a desaparecerem de locais impactados.

Para o cálculo do índice BMWP, por estação amostral, foram consideradas as famílias registradas na área de remanso e na área de corredeira. Esta metodologia tem permitido o reconhecimento do estado das águas dos rios segundo uma escala de qualidade que oscila entre classes de 1 a 5, incluem as águas boas (não contaminadas ou não alteradas de forma sensível), aceitável (com leves efeitos de contaminação), duvidosa (águas contaminadas), crítica (muito contaminadas) e muito crítica (fortemente contaminadas), conforme tabela 5.3.4.2.

Tabela 5.3.4.2 – Valores de referência do índice BMWP.

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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.4.3 - Pontuações designadas às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988), LOYOLA (1998, 1999 e 2000) e TONIOLO et al (2001) para a obtenção do índice BMWP.

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Megapodagrionidae, Athericidae, Blephariceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, hilopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohiphidae	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, 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 (Limnecoridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1



Nas estações PM5, PM6, PM7 e PM8 constatou-se a ausência e/ou inexpressividade dos grupos reconhecidos como sensíveis (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) em praticamente todas as amostras o que contribui para estes resultados.

A pontuação final de cada local foi obtida pela soma da pontuação individual de todas as famílias presentes. A pontuação de cada família reflete a sua tolerância à poluição; quanto mais tolerante a família mais baixa é a sua pontuação (Tabela 5.3.4.3).

Verificou-se através do Índice BMWP, a classificação das estações de amostragem apresentada nas tabelas que seguem (Tabela 5.3.4.4 a Tabela 5.3.4.7).

Tabela 5.3.4.4 - Pontuação e Classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de primavera, novembro de 2017.

Índices / Estações	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
BMWP	169	168	173	62	24	26	18	83
Classe	I	I	I	II	IV	IV	IV	II

Tabela 5.3.4.5 - Pontuação, classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de verão, janeiro de 2018.

Estações	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
BMWP	205	198	156	187	33	35	47	18
Classe	I	I	I	I	V	IV	IV	II

Tabela 5.3.4.6 - Pontuação, classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de outono, abril de 2018.

Estações	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
BMWP	205	198	156	187	33	35	47	18
Classe	I	I	I	I	IV	IV	III	IV



Tabela 5.3.4.7 - Pontuação, classes BMWP da fauna de macroinvertebrados dos pontos monitorados, campanha amostral de inverno, julho de 2018.

Estações	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	8
BMWP	105	44	34	19	25	8	40	37
Classe	I	III	IV	IV	IV	V	III	III

Referências Bibliográficas

- BRINCKHURST, R.O. & MARCHESE, M.R. **Guide of Aquatic Oligochaeta of Sul and Central America**. Colec. Climax (Santa Fé, Argentina). 1989.186p.
- DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. São Paulo: Ed. Vozes, EDUSP, 1973. 472p.
- EPPLER, J.H. **Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida** (2nd ed) Department of Environmental Regulation, Tallahassee. 1995.565p.
- McCAFFERTY, W.P. **Aquatic Entomology: The Fishermen's Guide and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives**. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston. 1981.448p.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall & Hunt, 2nd ed. 1984. 722p.
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V.H. **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. 1993.
- TAYLOR, B. R.; BAILEY, R. C. **Aquatic effects technology evaluation (AETE) program: Technical evaluation on methods for benthic invertebrate data analysis and interpretation**. Ottawa, Ontario: Prepared for Canada center for Mineral and Energy Technology, 1997
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos: PPGERN/RelaUFSCar, 229p. 1995.

A Macrofauna Bentônica é de responsabilidade técnica da Bióloga Suzana Fagundes de Freitas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

5.3.5 ICTIOFAUNA

Introdução

O presente relatório apresenta a síntese dos resultados obtidos em quatro campanhas sazonais de monitoramento de peixes do arroio Candiota na área de influência da UTE CGTEE realizadas entre a primavera de 2017 e inverno de 2018. Agregados a esses resultados faz-se uma análise do comportamento do Índice de Qualidade (IQ) com o histórico de dados obtidos em 34 campanhas de monitoramento iniciados em abril de 2007. Também é realizada uma análise do histórico de dados de acúmulo de elementos traço e metais pesados em músculo de peixes carnívoros, onívoros e raspadores bentônicos a partir de resultados obtidos nas campanhas de monitoramento iniciadas no inverno de 2004.

MATERIAIS E MÉTODOS

Pontos de amostragem

Ponto 1 (coordenadas UTM 22J 6518528 / 243952): está localizado no arroio Candiota junto à 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. Essa região está situada a montante da barragem que abastece a UTE Presidente Médici e, considerando que não existe nenhum mecanismo de passagem de peixes instalado na barragem, a ictiofauna desse local encontra-se, possivelmente, isolada do restante da Bacia. (Figura 5.3.5.1).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 5.3.5.1 - Imagem do Ponto 1 da rede de monitoramento próximo à ponte férrea e a BR 392, localizado à montante da barragem da Usina Termelétrica Presidente Médici no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Ponto 2 (coordenadas UTM 22J 6506688 / 246690): está localizado no arroio Candiota a jusante da grande barragem que abastece a Usina Termelétrica Presidente Médici e lavouras de arroz e a montante do ponto quatro (Figura 5.3.5.2).



Figura 5.3.5.2 - Imagem do Ponto 2 da rede de monitoramento, a jusante da barragem da Usina Termelétrica Presidente Médici no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Ponto 3 (coordenadas UTM 22J 6500592 / 250676): está localizado no arroio Candiotinha e à montante da ponte (Figura 5.3.5.3).



Figura 5.3.5.3 - Imagem do Ponto 3 da rede de monitoramento, no arroio Candiotinha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

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 Usina Termelétrica Presidente Médici (Figura 5.3.5.4).



Figura 5.3.5.4 - Imagem do Ponto 4 da rede de monitoramento, no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

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 (Figura 5.3.5.5).



Figura 5.3.5.5 - Imagem do Ponto 5 da rede de monitoramento, no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

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, pois a sanga da Carvoeira nasce no interior da área de extração mineral (Figura 5.3.5.6).



Figura 5.3.5.6 - Imagem da calha da sanga do Poacá no acesso ao Ponto 6 da rede de monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

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 5.3.5.7).



Figura 5.3.5.7 - Imagem do Ponto 7 da rede de monitoramento no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

O ponto 8 (coordenadas UTM 22J 6505819 / 244644): está localizado no arroio onde é lançado o efluente da UTE Presidente Médici (Figura 5.3.5.8). Esse ponto passou a ser adotado na campanha de outono (abr/2017) e suas características físicas não permitem o emprego de uma bateria de redes de espera assim como aquela empregada no restante da rede de amostragem. Sendo assim, os resultados obtidos nesse ambiente não são comparáveis aos demais locais de amostragem quando ao IQ. Os animais capturados nesse ambiente foram analisados quanto a contaminação por metais.



Figura 5.3.5.8 - Imagem do Ponto 8, logo abaixo do lançamento do efluente da UTE Presidente Médici da rede de monitoramento no arroio Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Coleta, Preservação e Manuseio das Amostras

A captura dos peixes foi realizada com baterias de rede 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, incluindo a noite, totalizando 12 a 18 horas de esforço.

Em função das características físicas existentes no ponto 8 de amostragem, a captura de peixes só foi realizada com uma rede de malha 1,5mm entre nós. O material foi instalado pela manhã e retirado à tarde, permanecendo no local por aproximadamente oito horas.

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%.



Análise dos resultados Índice de Qualidade (IQ)

As amostragens de peixes resultaram em conjuntos de dados de composição e abundância de espécies de peixes em cada local/período de coleta. Extraíu-se dos dados os valores da riqueza, abundância e foi calculado o Índice de Diversidade Shannon-Wiener. Esses parâmetros integram a equação proposta por BRUSCHI *et al.* (2000) para o cálculo do índice de Qualidade (IQ). 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-Wiener 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 5.3.5.1.

Tabela 5.3.5.1 - Intervalos do Índice de Qualidade (IQ)

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

Os resultados de IQ obtidos no atual período de monitoramento foram comparados a série histórica de dados de monitoramento, iniciado no inverno de 2007.

Para analisar a evolução do IQ ao longo da série histórica de amostragem foi calculada a média harmônica do conjunto de dados em cada ponto de amostragem. Em função de lacunas temporais entre algumas amostragens a média harmônica foi calculada de forma progressiva para conjuntos de 4 amostras sazonais.



A matriz de resultados de IQ foi transformada em uma matriz de dados qualitativos conforme o enquadramento da categoria de IQ.

Para analisar a dinâmica do IQ ao longo da série histórica a classe de IQ encontrada na primeira amostragem foi classificada como estado original.

Toda a série histórica possível, incluindo as lacunas existentes foi ajustada para que o cálculo da média harmônica fosse possível de ser realizado com no máximo quatro observações consecutivas (quatro estações sazonais). As alterações de melhora de categoria foram assinaladas por valores positivos e as pioras de qualidade indicadas por valores negativos. Mudanças de categoria entre uma categoria e outra adjacente foram indicadas pelo valor numérico 1. Quando houve salto entre uma categoria e outra não adjacente, essas foram indicadas numericamente pela distância entre as mesmas.

Análise dos resultados de elementos contaminantes

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*) o peixe-cachorro (*Oligosarcus robustus* ou *O. jenynsii*), o jundiá (*Rhamdia quelen*) e a joana (*Chrenicichla punctata*), entre os onívoros foram selecionados os lambaris (*Astyanax* sp., *A. jacuhiensis*, *Australoherus* sp., *Hyphessobrycon luetkenii* ou *Trachelyopterus lucenai*) e representando o grupo de peixes raspadores bentônicos os cascudos (*Loricariichthys anus*, *Hypostomus commersoni*, *H. punctulatus* ou *Rineloricaria cadae*).



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.

Após a captura os peixes foram acondicionados em sacos plásticos etiquetados conforme o local e a data de sua captura. O material foi preservado em refrigeração no campo e em freezer no laboratório. No laboratório os animais foram dissecados para extração do músculo, sem pele. O material foi acondicionado em placas de petri plástica com tampa e conduzido ao laboratório Greenlab para a análise das concentrações dos metais e elementos traço. Os Relatórios de Ensaio estão anexados no final deste relatório (ANEXOS 5.3.5).

Para a análise do Arsênio (As), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) empregou-se o método analítico SW846-USEPA 3050B:1996 / SW846-USEPA A 6010C:2007. Para a análise do Mercúrio (Hg) uma amostra própria de tecido foi necessária para o emprego do método analítico SW846-USEPA 7471B:1994. A necessidade de preparação das amostras de em processos distintos resultou em situações que a massa de músculo disponível não foi suficiente para as duas preparações. Nos casos em que essa situação ocorreu, optou-se pela preparação que permite a análise do maior espectro de elementos contaminantes.

A definição das concentrações máximas admitidas de Arsênio (As), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb) e Mercúrio (Hg) baseou-se na Resolução ANVISA RDC 42/2013 que valida no Brasil o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre



Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos (Tabela 5.3.5.2).

Os limites aceitáveis de concentração de Cobre (Cu), Cromo (Cr), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) basearam-se no Decreto Federal 55.871/1965 (Tabela 5.3.5.2).

Por ausência de legislação nacional definindo limites aceitáveis de concentração para o Manganês (Mn) adotou-se o limite sugerido por BOWEN (1979) (Tabela 5.3.5.2).

Tabela 5.3.5.2 - Valores de referência (mg/Kg) para a concentração máxima admitida de metais e elementos-traço presentes nas espécies de peixes analisadas na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Elemento	RDC ANVISA 42/2013	DECRETO 55.871/1965	Bowen, 1979
Arsênio (As)	1,0	1,0	0,2 - 10
Cadmio (Cd)	0,05	1,0	0,1 - 3
Chumbo (Pb)	0,3	2,0	0,001 - 15
Cobre (Cu)		30,0	0,7 - 15
Cromo (Cr)		0,1	0,03 - 2
Manganês (Mn)			4,6
Mercúrio (Hg)	0,5	0,5	0,4
Níquel (Ni)		5,0	0,1 - 4
Zinco (Zn)		50,0	9 - 80

Os resultados foram comparados ao histórico de dados de monitoramento de elementos-traço e metais em músculo de peixes do arroio Candiota que teve início no inverno de 2004. Entre 2004 e 2007 seis dos nove elementos atualmente monitorados faziam parte do escopo do monitoramento. Nesse período não estavam incluídas análises da presença de Arsênio (As), Manganês (Mn) e Mercúrio (Hg). Além disso, a rede de pontos de amostragem era composta por apenas cinco pontos que não incluíam os pontos 2 e 5, acrescentados a partir do inverno de 2007. Dessa forma as análises de Arsênio (As), Manganês (Mn) e Mercúrio (Hg) passaram a ser realizadas na rede de monitoramento a partir do inverno de 2007 e dados para os pontos 2 e 5 também só passam a estar disponíveis a partir dessa campanha. Ainda, a partir do ciclo de monitoramento 2011/2012 as análises de metais em tecido muscular de peixes passou a ser realizada sazonalmente quando anteriormente era realizada semestralmente.



RESULTADOS

Índice de Qualidade

O período de monitoramento 2017/2018 foi marcado por grandes oscilações no Índice de Qualidade Ambiental (Tabela 5.3.5.3; Figura 5.3.5.9).

Tabela 5.3.5.3 - Apresentação dos valores de IQ da ictiofauna (BRUSCHI *et al.* 2000) no período 2017/2018 e cálculo de sua média harmônica para a classificação nos padrões de IQ.

Ponto	1	2	3	4	5	6	7
Primavera (nov/17)	2,51	1,30	1,91	2,10	2,99	0,00	2,15
Verão (fev/18)	1,60	1,36	0,84	1,12	1,90	0,00	1,89
Outono (abr/18)	2,71	1,44	1,49	1,98	2,34	0,00	1,30
Inverno (jul/18)	1,94	3,00	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00
Média Harmônica	2,10	1,58	1,25	1,59	2,33	0,00	1,70
IQ	MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA

O ponto 1 alternou valores que oscilaram entre Alta Qualidade observadas na primavera (nov/2017) e no outono (abr/2018) e patamares de Baixa Qualidade observados no verão (fev/2018) e Média Qualidade no inverno (jul/2018).

O ponto 2 manteve-se em Baixa Qualidade nas campanhas de primavera (nov/2017), verão (fev/ 2018) e outono (abr/2018), retornando a patamares de Alta Qualidade no inverno (jul/2018).

O ponto 3 apresentou valores de Média Qualidade na campanha de primavera (nov/2017) tendo uma queda para patamares que o classificaram com Qualidade Muito Baixa na campanha de verão (fev/2018) passando para níveis de Baixa Qualidade nas campanhas de outono (abr/2018). A amostra de inverno (jul/2018) foi prejudicada pela elevação do nível da água decorrente das chuvas no período de realização da campanha.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

O ponto 4 oscilou entre níveis que o classificaram em Média Qualidade na campanha de primavera (nov/2017) caindo para níveis de Qualidade Muito Baixa na campanha de verão (fev/2018). Na campanha de outono (abr/2018) os dados indicaram uma retomada de patamares de Média Qualidade, mas na campanha de inverno (jul/2018) os dados voltaram a indicar uma queda da qualidade para índices de Baixa Qualidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

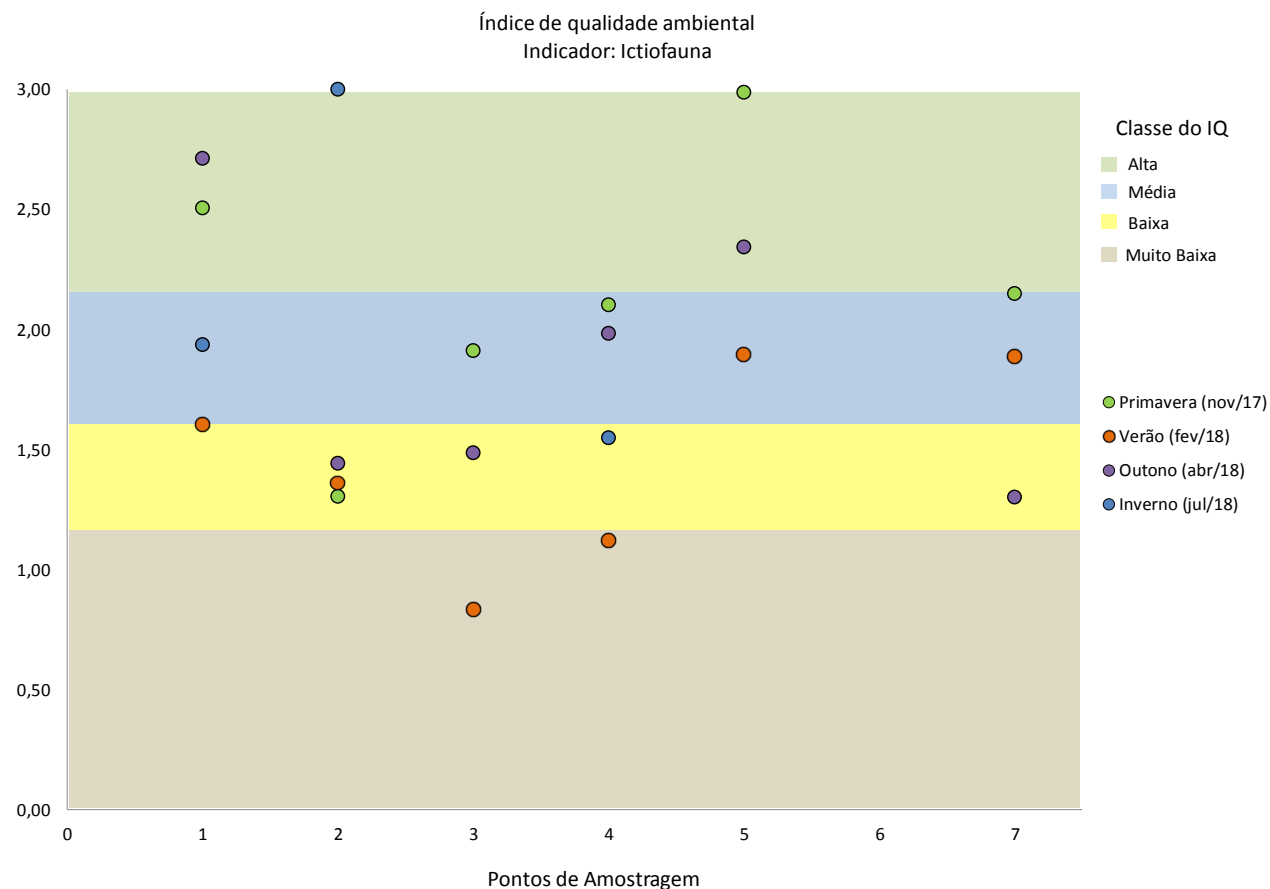


Figura 5.3.5.9 - Apresentação dos valores obtidos de condições de qualidade no período 2017/2018, indicadas pelo IQ aplicado para o resultado da amostragem de peixes, no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Os resultados do IQ classificaram o ponto 5 em Alta Qualidade nas campanhas de primavera (nov/2017) e outono (abr/2018). Na campanha de verão (fev/2018) o índice apresentou uma queda, classificando o ponto 5 em Média Qualidade. As fortes chuvas do período de amostragem de inverno (jul/2018) impediram o acesso ao ponto 5.

O ponto 6 manteve-se com um padrão histórico de Qualidade Muito Baixa, conforme já ocorre desde o início do monitoramento.

O ponto 7 apresentou valores de Alta Qualidade da campanha de primavera (nov/2017) caindo para Média Qualidade na campanha de verão (fev/2018) e, seguindo essa tendência, caiu para Baixa Qualidade na campanha de outono (abr/2018). Na campanha de inverno (jul/2018), assim como no ponto 3, a amostra foi prejudicada pela elevação do nível da água decorrente das chuvas no período de realização da campanha.

Considerando-se a média harmônica do período 2017/2018, o ponto 6 enquadrou-se como IQ de Muito Baixa Qualidade. Os pontos 2, 3 e 4 enquadraram-se como locais de Baixa Qualidade. Os pontos 1 e 7 como locais de Média Qualidade e o ponto 5 foi o único que apresentou IQ de Alta Qualidade (Tabela 5.3.5.3; Figura 5.3.5.10).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

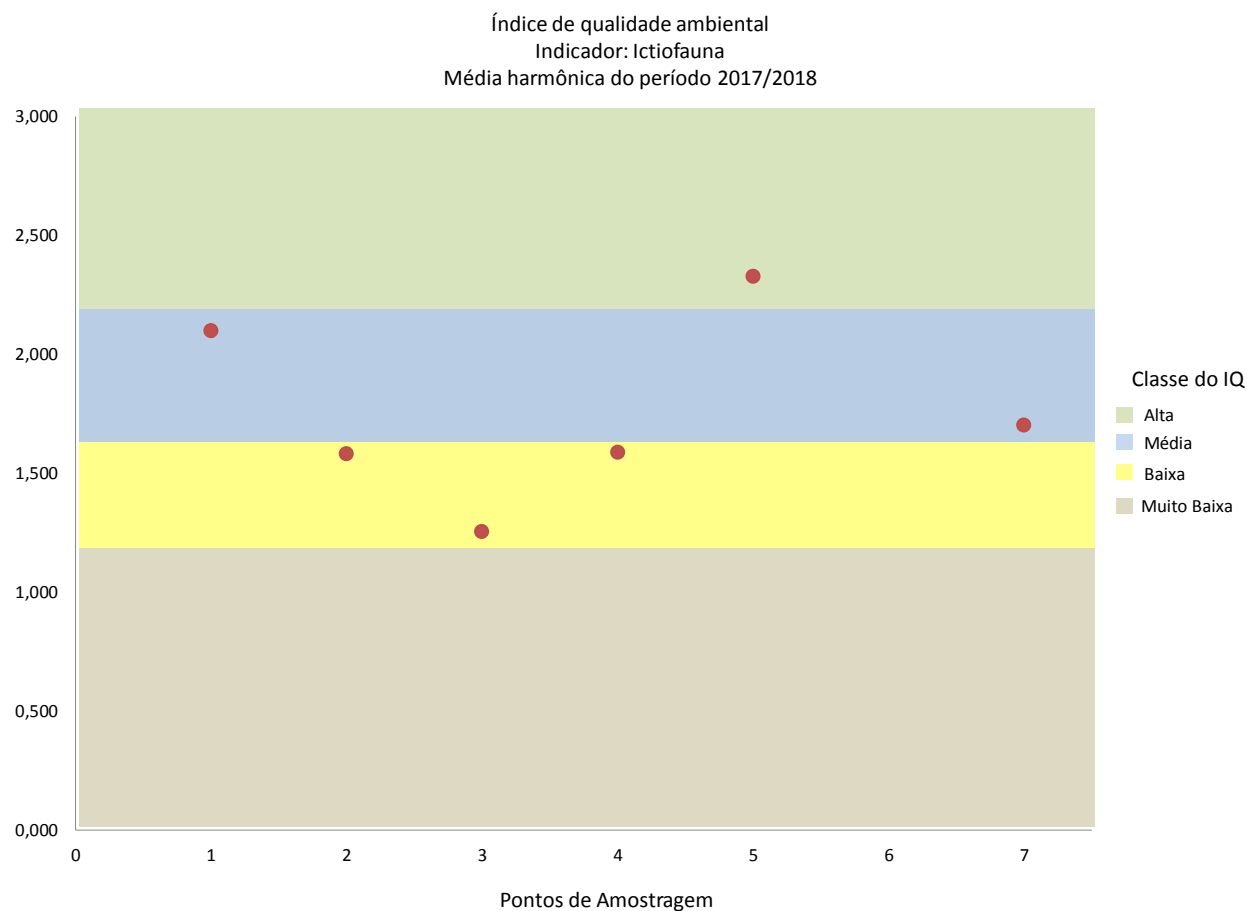


Figura 5.3.5.10 - Apresentação dos valores de média harmônica obtidos no período 2017/2018, indicadas pelo IQ aplicado para o resultado da amostragem de peixes, no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



A série histórica dos dados de IQ é apresentada na tabela 5.3.5.4.

As figuras 5.3.5.11 a 5.3.5.17 apresentam os gráficos de dispersão dos resultados de IQ em cada ponto da rede de amostragem.

Tabela 5.3.5.4 - Valores de IQ da ictiofauna (BRUSCHI *et al.* 2000) da série histórica de monitoramento da área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
OUTONO	2007	2,92	0,90		2,25	2,75	0,00	1,07
INVERNO	2007		2,86			2,81	0,00	
PRIMAVERA	2007	2,21	1,94		3,00	2,71	0,00	1,63
VERÃO	2008		3,00	1,15		2,63	0,00	1,10
OUTONO	2008							
INVERNO	2008	2,83	2,26			3,00	0,00	
PRIMAVERA	2008	2,62		1,29		2,23	0,00	2,43
VERÃO	2009	2,95	1,83		2,83	1,89	0,00	1,46
OUTONO	2009							
INVERNO	2009							
PRIMAVERA	2009	1,63	2,60	1,87	1,46	2,35	0,00	2,21
VERÃO	2010	2,63	1,94	2,93	1,67	2,25	0,19	1,38
OUTONO	2010		1,21	2,50	2,71		0,00	1,58
INVERNO	2010							
PRIMAVERA	2010							
VERÃO	2011							
OUTONO	2011							
INVERNO	2011	2,40	2,59	0,90	1,83	2,95	0,00	2,44
PRIMAVERA	2011	2,30	2,34	0,09	1,65	2,08	0,00	2,04
VERÃO	2012	1,83		1,72		2,73	0,00	2,83
OUTONO	2012	2,49			1,98	2,39	0,00	2,97
INVERNO	2012	2,55	0,80	0,80	0,36	2,98	0,00	1,66
PRIMAVERA	2012	3,00	2,00	1,09	1,49	2,42	0,00	1,99
VERÃO	2013	2,62	1,35	2,59	1,74	2,69	0,12	2,11
OUTONO	2013	2,91		1,75	0,80	2,29	0,10	2,16
INVERNO	2013	0,70	2,03	0,18	0,68	2,97	0,00	0,70
PRIMAVERA	2013	2,23	1,49	1,86	2,03	2,50	0,00	1,58
VERÃO	2014	2,15	2,44	1,11	0,82	2,86	0,00	
OUTONO	2014	1,75	2,54	1,75	1,12		0,00	2,01
INVERNO	2014	1,83	2,03		2,03		0,00	3,00
PRIMAVERA	2014	0,64	2,67	2,28	1,17		1,11	
VERÃO	2015	2,55		1,57	1,61	2,82	0,00	2,40



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
OUTONO	2015	2,12	2,84	2,61	2,15	2,93	0,00	2,94
INVERNO	2015							
PRIMAVERA	2015							
VERÃO	2016							
OUTONO	2016							
INVERNO	2016							
PRIMAVERA	2016	1,32	2,67	0,91	2,90	1,71	0,11	1,83
VERÃO	2017	2,62	1,20		1,53	2,91	0,10	
OUTONO	2017	1,45	2,09		1,88	2,94	0,48	1,38
INVERNO	2017	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
PRIMAVERA	2017	2,51	1,30	1,91	2,10	2,99		2,15
VERÃO	2018	1,60	1,36	0,84	1,12	1,90		1,89
OUTONO	2018	2,71	1,44	1,49	1,98	2,34		1,30
INVERNO	2018	1,94	3,00		1,55			



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

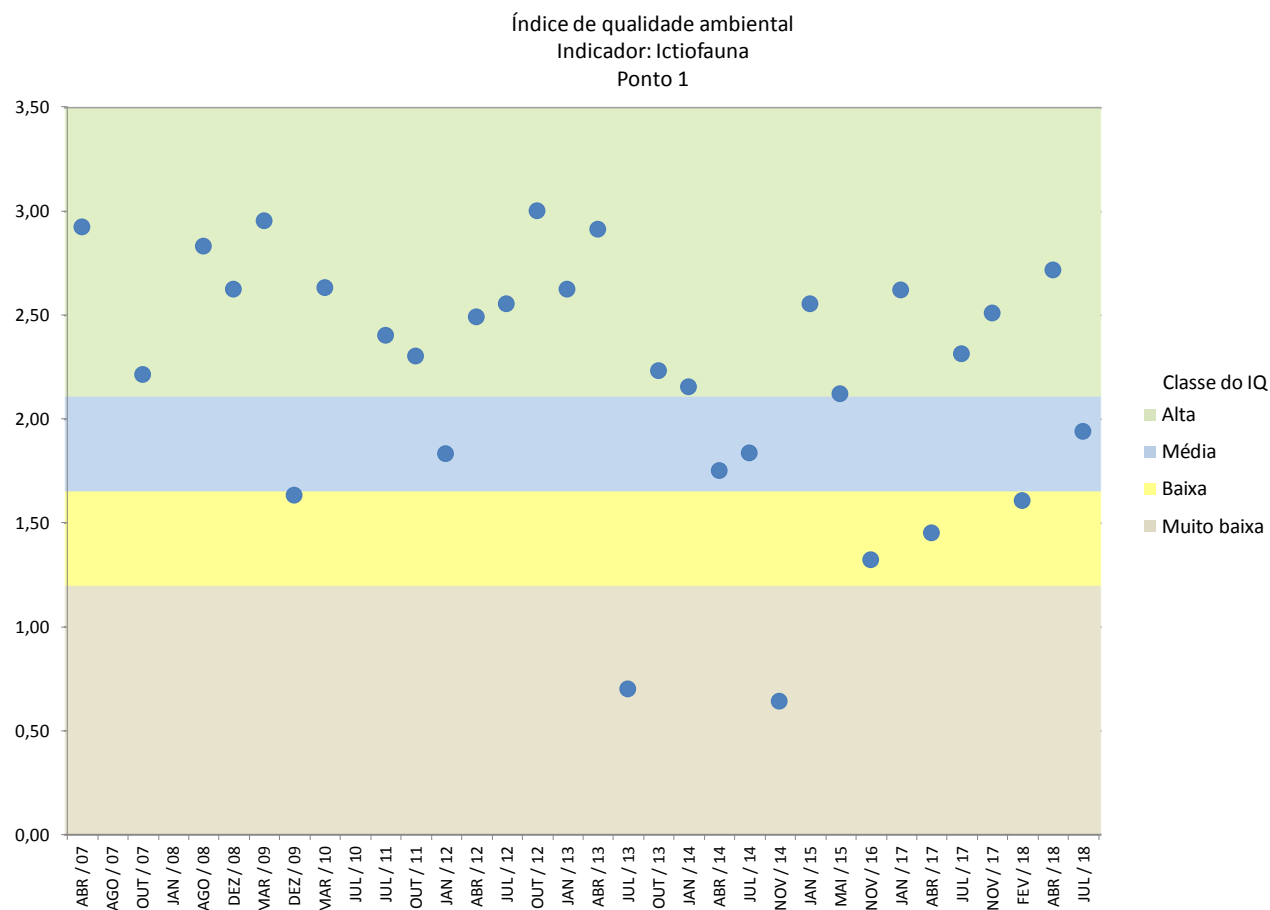


Figura 5.3.5.11 - Resultados da série histórica de dados do ponto 1 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

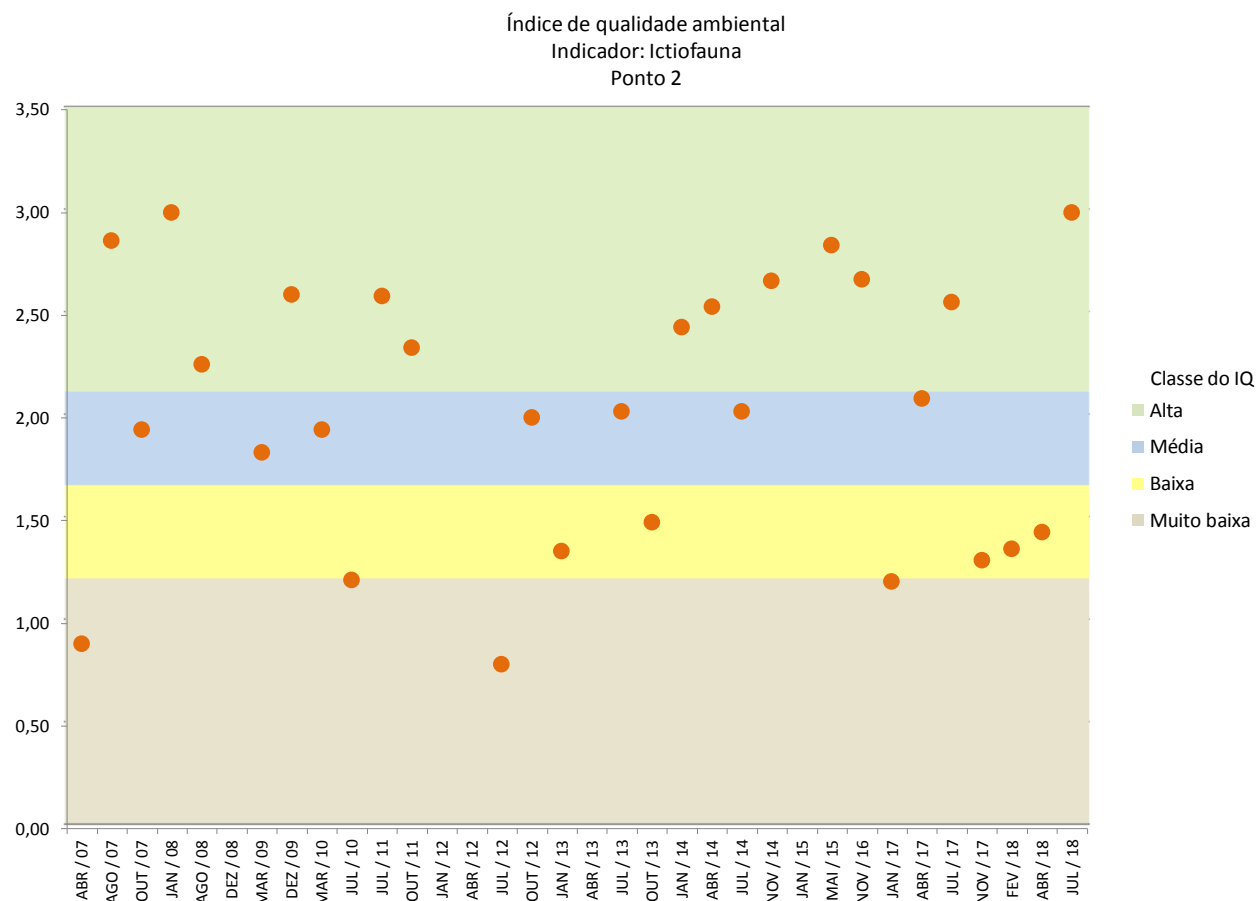


Figura 5.3.5.12 - Resultados da série histórica de dados do ponto 2 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

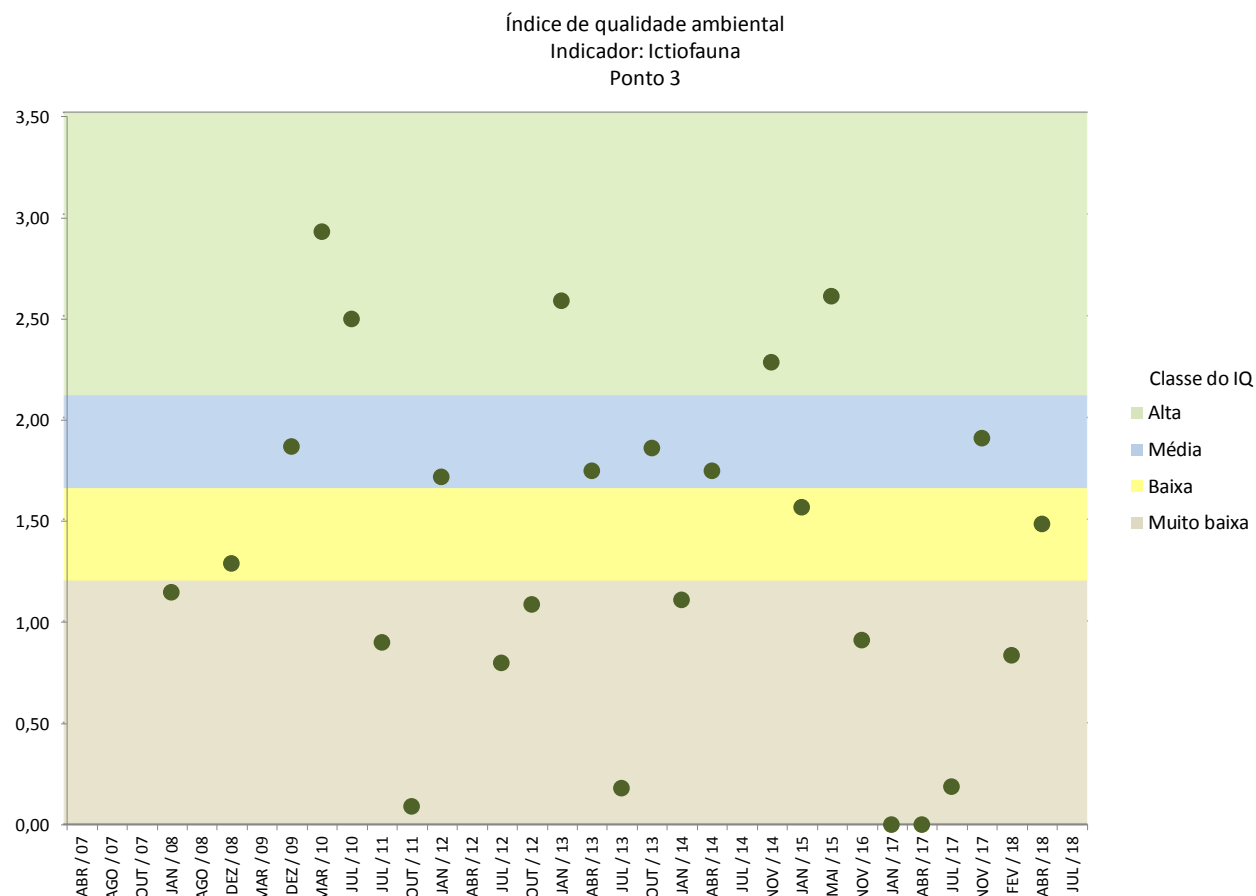


Figura 5.3.5.13 - Resultados da série histórica de dados do ponto 3 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

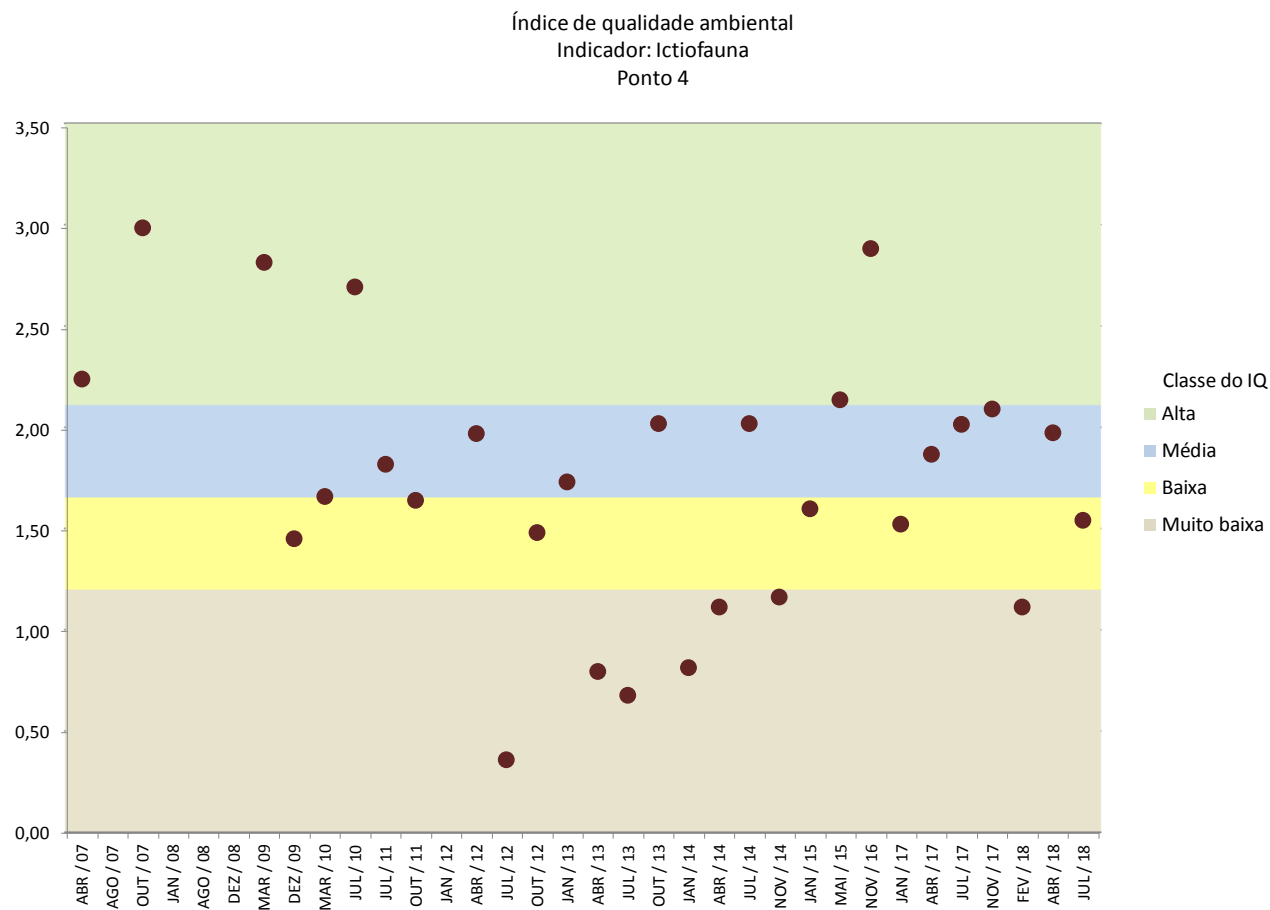


Figura 5.3.5.14 - Resultados da série histórica de dados do ponto 4 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

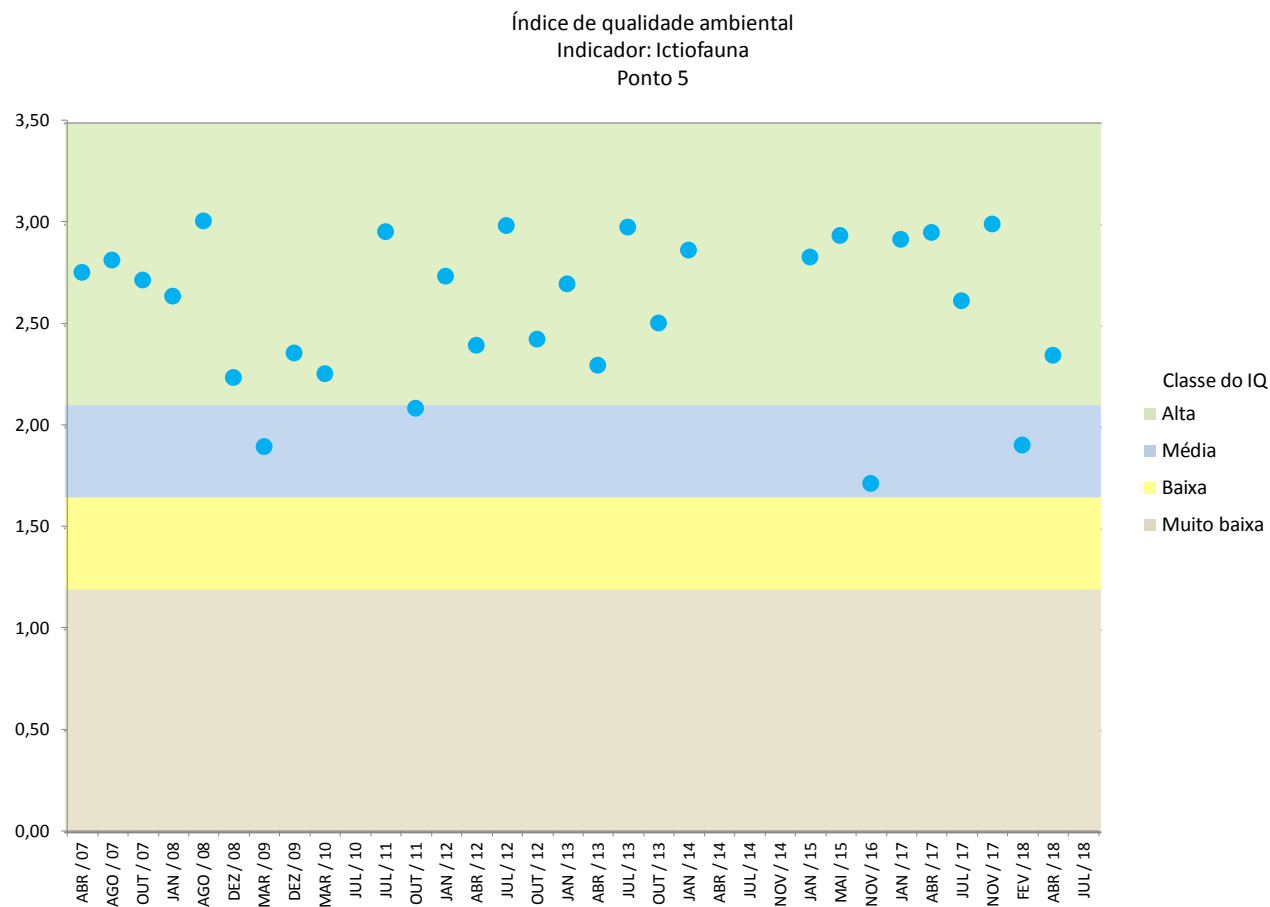


Figura 5.3.5.15 - Resultados da série histórica de dados do ponto 5 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

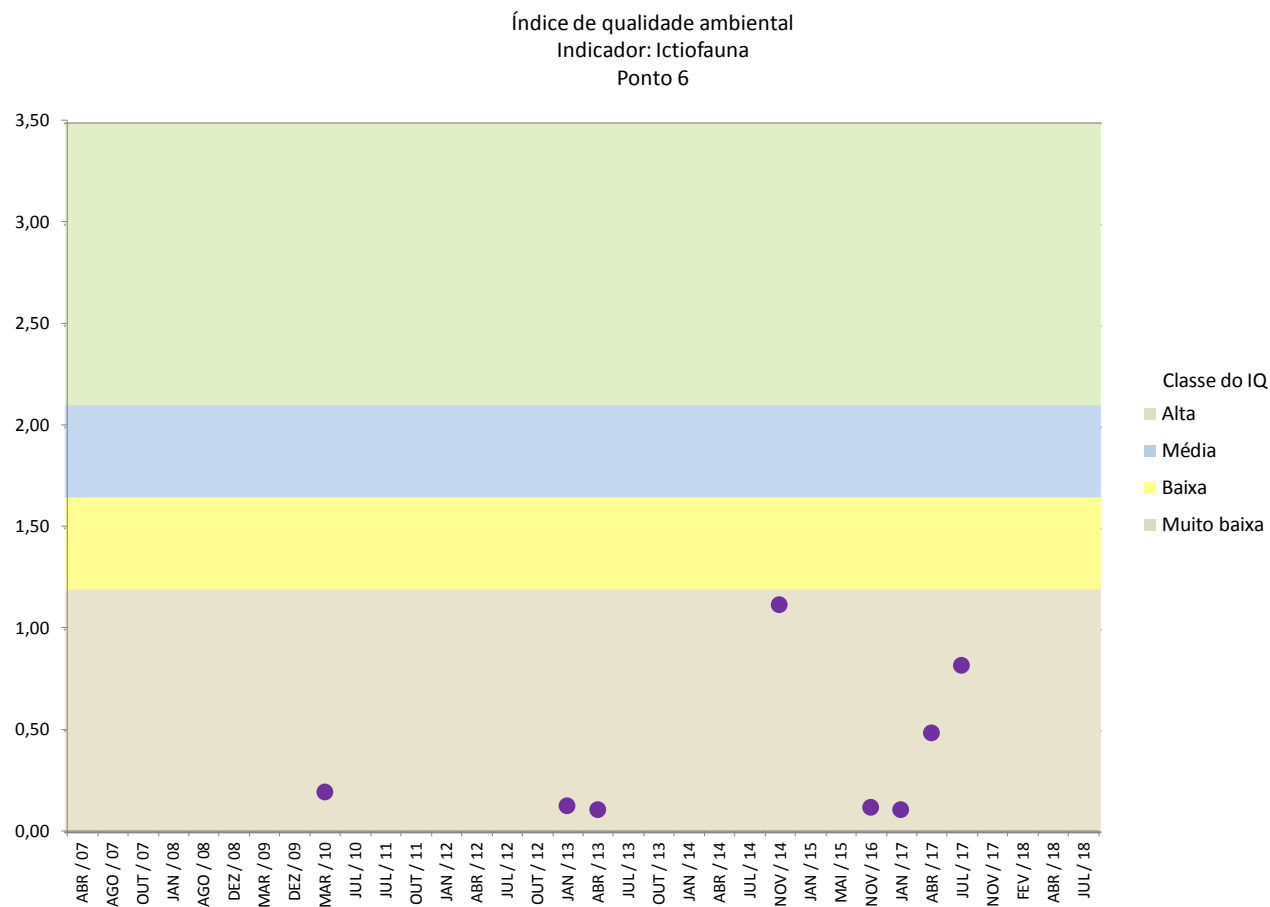


Figura 5.3.5.16 - Resultados da série histórica de dados do ponto 6 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

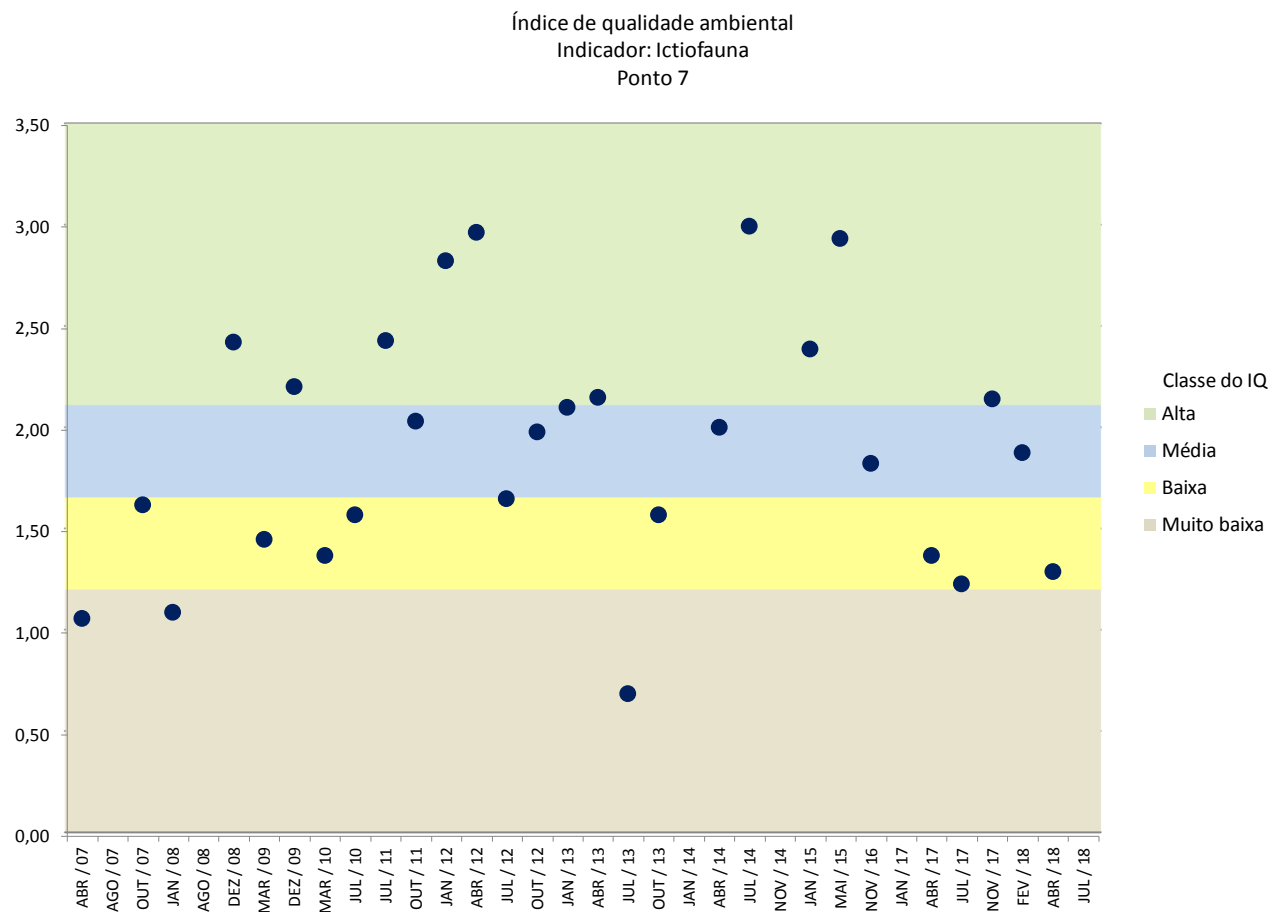


Figura 5.3.5.17 - Resultados da série histórica de dados do ponto 7 de monitoramento do IQ aplicado aos resultados de amostragem de peixes no arroio Candiota e tributários na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



A tabela 5.3.5.5 apresenta os valores da média harmônica para conjuntos de 4 campanhas sazonais consecutivas.

Tabela 5.3.5.5 - Valores da Média Harmônica (MH) de IQ da ictiofauna (BRUSCHI *et al.* 2000) resultante de até 4 estações sazonais consecutivas (Fonte: Tabela 5.3.5.4).

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
OUTONO	2007	2,92	0,90		2,25	2,75		1,07
INVERNO	2007		1,37			2,78		
PRIMAVERA	2007	2,52	1,52		2,57	2,76		1,29
VERÃO	2008		1,73	1,15		2,72		1,22
OUTONO	2008							
INVERNO	2008	2,48	2,32			2,77		
PRIMAVERA	2008	2,72		1,22		2,58		1,51
VERÃO	2009	2,79	2,02		2,83	2,29		1,82
OUTONO	2009							
INVERNO	2009							
PRIMAVERA	2009	2,10	2,15	1,87	1,93	2,10		1,76
VERÃO	2010	2,01	2,22	2,28	1,56	2,30	0,19	1,70
OUTONO	2010		1,74	2,35	1,82			1,66
INVERNO	2010							
PRIMAVERA	2010							
VERÃO	2011							
OUTONO	2011							
INVERNO	2011	2,40	2,59	0,90	1,83	2,95		2,44
PRIMAVERA	2011	2,35	2,46	0,16	1,74	2,44		2,22
VERÃO	2012	2,15		0,23		2,53		2,39
OUTONO	2012	2,22			1,81	2,49		2,52
INVERNO	2012	2,25	1,19	0,23	0,77	2,50		2,24
PRIMAVERA	2012	2,39	1,14	1,09	0,76	2,61		2,23
VERÃO	2013	2,65	1,20	1,17	0,88	2,60	0,12	2,09
OUTONO	2013	2,76		1,28	0,76	2,57	0,11	1,96
INVERNO	2013	1,61	1,73	0,54	1,01	2,57		1,39
PRIMAVERA	2013	1,54	1,58	0,57	1,06	2,59		1,33
VERÃO	2014	1,49	1,91	0,53	0,90	2,63		
OUTONO	2014	1,37	2,03	0,53	0,98			1,17
INVERNO	2014	1,97	2,03		1,29			2,05
PRIMAVERA	2014	1,27	2,39	1,57	1,16		1,11	
VERÃO	2015	1,30		1,82	1,40	2,82		2,40
OUTONO	2015	1,35	2,46	2,06	1,64	2,87		2,75



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
INVERNO	2015							
PRIMAVERA	2015							
VERÃO	2016							
OUTONO	2016							
INVERNO	2016							
PRIMAVERA	2016	1,32	2,67	0,91	2,90	1,71	0,11	1,83
VERÃO	2017	1,76	1,66		2,00	2,15	0,10	
OUTONO	2017	1,64	1,78		1,96	2,36	0,14	1,57
INVERNO	2017	1,77	1,93	0,31	1,98	2,42	0,18	1,44
PRIMAVERA	2017	2,10	1,62	0,34	1,86	2,85		1,50
VERÃO	2018	1,87	1,69	0,43	1,67	2,52		1,58
OUTONO	2018	2,19	1,55	0,52	1,69	2,39		1,56
INVERNO	2018	2,10	1,58		1,59			



A tabela 5.3.5.6 apresenta as classes de enquadramento da Média Harmônica do IQ apresentadas na tabela 5.3.5.5.

Tabela 5.3.5.6 - Classes de IQ conforme os resultados da Média Harmônica de até quatro estações sazonais consecutivas (Fonte: Tabela 5.3.5.5).

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
OUTONO	2007	ALTA	MUITO BAIXA		ALTA	ALTA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA
INVERNO	2007		BAIXA			ALTA	MUITO BAIXA	
PRIMAVERA	2007	ALTA	BAIXA		ALTA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
VERÃO	2008		MÉDIA	MUITO BAIXA		ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
OUTONO	2008							
INVERNO	2008	ALTA	ALTA			ALTA	MUITO BAIXA	
PRIMAVERA	2008	ALTA		BAIXA		ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
VERÃO	2009	ALTA	MÉDIA		ALTA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA
OUTONO	2009							
INVERNO	2009							
PRIMAVERA	2009	MÉDIA		MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MÉDIA
VERÃO	2010	MÉDIA			BAIXA		MUITO BAIXA	MÉDIA
OUTONO	2010		MÉDIA		MÉDIA		MUITO BAIXA	MÉDIA
INVERNO	2010							
PRIMAVERA	2010							
VERÃO	2011							
OUTONO	2011							
INVERNO	2011	ALTA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
PRIMAVERA	2011	ALTA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
VERÃO	2012	ALTA		MUITO BAIXA		ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
OUTONO	2012	ALTA			MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
INVERNO	2012	ALTA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
PRIMAVERA	2012	ALTA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
VERÃO	2013	ALTA	BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA
OUTONO	2013	ALTA		BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	MÉDIA
INVERNO	2013	BAIXA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
PRIMAVERA	2013	BAIXA	BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
VERÃO	2014	BAIXA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	
OUTONO	2014	BAIXA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA		MUITO BAIXA	MUITO BAIXA
INVERNO	2014	MÉDIA	MÉDIA		BAIXA		MUITO BAIXA	MÉDIA
PRIMAVERA	2014	BAIXA	ALTA	BAIXA	MUITO BAIXA		MUITO BAIXA	
VERÃO	2015	BAIXA		MÉDIA	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
OUTONO	2015	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA
INVERNO	2015							



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Estação Sazonal	Ano	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
PRIMAVERA	2015							
VERÃO	2016							
OUTONO	2016							
INVERNO	2016							
PRIMAVERA	2016	BAIXA	ALTA	MUITO BAIXA	ALTA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MÉDIA
VERÃO	2017	MÉDIA	MÉDIA		MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	
OUTONO	2017	BAIXA	MÉDIA		MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
INVERNO	2017	MÉDIA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
PRIMAVERA	2017	MÉDIA	BAIXA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA	MUITO BAIXA	BAIXA
VERÃO	2018	MÉDIA	MÉDIA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA		BAIXA
OUTONO	2018	ALTA	BAIXA	MUITO BAIXA	MÉDIA	ALTA		BAIXA
INVERNO	2018	MÉDIA	BAIXA		BAIXA		MUITO BAIXA	

A tabela 5.3.5.7 sumariza os números totais e relativos de registros de IQ em cada ponto amostral e em cada classe de IQ bem como o número de alterações de qualidade em que houve piora ou melhora do IQ na série histórica de monitoramento.

Tabela 5.3.5.7 - Número total de registros de IQ na série histórica de monitoramento da ictiofauna na área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS. Frequência absoluta e frequência relativa das alterações do IQ (média harmônica) e dos registros observados para cada classe de IQ na rede de monitoramento. Extraído dos resultados da tabela 5.3.5.6.

		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
No de registros		31	27	22	29	28	32	28
Freq. absoluta	N total de alterações	10	15	8	10	4	0	10
	ALTA	14	6	0	4	26	0	8
	MÉDIA	8	11	3	11	2	0	8
	BAIXA	9	7	3	5	0	0	10
	MUITO BAIXA	0	3	16	9	0	32	2
Freq. relativa	N total de alterações	32%	56%	36%	34%	14%	0%	36%
	ALTA	45%	22%	0%	14%	93%	0%	29%
	MÉDIA	26%	41%	14%	38%	7%	0%	29%
	BAIXA	29%	26%	14%	17%	0%	0%	36%
	MUITO BAIXA	0%	11%	73%	31%	0%	100%	7%

Os resultados do índice de Qualidade Ambiental (IQ) baseados na ictiofauna demonstram que o Ponto 6 é o ambiente mais estável da rede de



amostragem já que não houveram variações no seu enquadramento desde o início do monitoramento, em 2007. No entanto, esse é o local de pior Qualidade Ambiental da rede de monitoramento (Tabela 5.3.5.7). Até o ano de 2015 não havia capturas de peixes nesse local que é influenciado diretamente pela mineração do carvão.

O Ponto 5 é o ambiente de melhor qualidade ambiental da rede de amostragem. Foram feitos 28 registros de IQ na série histórica e apenas em quatro registros (14%) houve alteração do enquadramento da qualidade (Tabela 5.3.5.7). Podemos dizer que há uma constância nesse enquadramento de Alta Qualidade do local já que em 26 registros (93%) o IQ enquadrou-se nessa condição e apenas em dois registros (8%) o IQ caiu para Média Qualidade (Tabela 5.3.5.7).

Para o Ponto 1 foram feitos 31 registros de IQ (Tabela 5.3.5.7). O enquadramento da categoria de qualidade desse local foi alterado 10 vezes (32%) (Tabela 5.3.5.7). Em 14 registros (45%) o IQ do local foi de Alta Qualidade, em nove registros (29%) foi de Baixa Qualidade e em oito registros (26%) foi de Média Qualidade (Tabela 5.3.5.7). Os dados evidenciam um período inicial do monitoramento onde a qualidade local foi mais elevada (outono/2007 – outono/2013) e uma alteração desse padrão a partir do inverno/2013 até o outono/2017. A partir do inverno/2017 a média harmônica do IQ passa a apresentar valor mais frequente na categoria Média Qualidade mas com valores do índice que podem chegar a condições de Alta Qualidade em algumas campanhas (Tabela 5.3.5.6).

O ponto 2 foi o ambiente mais instável da rede de monitoramento. Dentre as 27 observações realizadas nesse local, 15 delas significaram alterações do enquadramento do IQ representando 56% dos eventos. Apesar disso os últimos resultados apontam uma tendência de redução da Qualidade nesse local já que nas últimas quatro observações, três apresentaram enquadramento do IQ em Baixa Qualidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

O ponto 3 apresenta flutuações do enquadramento do IQ da ordem de 36%. No entanto, essas flutuações foram observadas mais frequentemente nos anos iniciais do programa de monitoramento. Nos últimos dois anos de monitoramento esse local tem mantido-se estável em uma Qualidade Muito Baixa.

O ponto 4 apresenta flutuações do enquadramento do IQ da ordem de 34%. Nos últimos dois anos de monitoramento, das oito observações realizadas nesse local, 6 enquadraram-no em Média Qualidade mas a última campanha registrou uma queda para Baixa Qualidade nesse ponto.

O ponto 7 apresenta flutuações do enquadramento do IQ da ordem de 36%. Esse local inicialmente apresentava valores de IQ que o enquadravam em Baixa Qualidade mas no ano de 2011 atingiu um patamar mais alto, sendo observado em 5 campanhas consecutivas na classe Alta Qualidade. Nos últimos dois anos todas as observações realizadas enquadram esse local em Baixa Qualidade.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Elementos contaminantes

No período 2017-2018 foram obtidas 48 amostras de tecido muscular de peixes das quais 16 amostras de peixes carnívoros (33,3%), 20 amostras de peixes onívoros (41,7%) e 12 amostras de peixes raspadores bentônicos (25%). Foram obtidas amostras em todos os locais de monitoramento, com exceção do Ponto 6. O maior número de amostras foi obtido no Ponto 4 (10 amostras) e o menor número, obtido no Ponto 7 (03 amostras) (Tabela 5.3.5.8).

A massa de tecido obtida permitiu a análise da concentração de Arsênio (Ar), Cádmio (Ca), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) em 28 amostras disponíveis. A concentração de Mercúrio (Hg) pode ser analisada em 46 amostras. Para duas amostras a massa de tecido muscular obtido não foi suficiente para produção de análise.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.8 - Número amostras de músculo de peixes obtidas no período de amostragem de novembro/2017 a julho/2018, de acordo com o local de captura e o nível trófico das espécies doadoras para a análise de concentração de metais e elementos traço na área de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto de amostragem	Nível trófico	N amostras	% amostras	Total ponto	% ponto
1	carnívoro	3	6,25%	5	10,42%
	onívoro	2	4,17%		
	raspadores bentônicos	0	0,00%		
2	carnívoro	4	8,33%	9	18,75%
	onívoro	4	8,33%		
	raspadores bentônicos	1	2,08%		
3	carnívoro	3	6,25%	9	18,75%
	onívoro	4	8,33%		
	raspadores bentônicos	2	4,17%		
4	carnívoro	1	2,08%	10	20,83%
	onívoro	5	10,42%		
	raspadores bentônicos	4	8,33%		
5	carnívoro	3	6,25%	7	14,58%
	onívoro	1	2,08%		
	raspadores bentônicos	3	6,25%		
6	carnívoro	0	0,00%	0	0,00%
	onívoro	0	0,00%		
	raspadores bentônicos	0	0,00%		
7	carnívoro	1	2,08%	3	6,25%
	onívoro	0	0,00%		
	raspadores bentônicos	2	4,17%		
8	carnívoro	1	2,08%	5	10,42%
	onívoro	4	8,33%		
	raspadores bentônicos	0	0,00%		
Total de amostras		48	100,00%	48	100,00%



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Até o momento foram realizadas 3.169 análises de amostras de tecido (músculo) de peixes no monitoramento do arroio Candiota, na área de influência da UTE Presidente Médici (Tabela 5.3.5.9).

Os resultados demonstram que todos os elementos pesquisados já apresentaram níveis detectáveis de sua presença nos peixes (Tabela 5.3.5.9).

Com exceção do Níquel (Ni), todas as outras substâncias apresentaram concentrações acima do limite de segurança adotado nesse trabalho (Tabela 5.3.5.2).

A seguir os resultados são apresentados e discutidos para cada elemento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.9 - Número de análises de tecido de peixes (músculo) realizadas no período de agosto/2007 a julho/2018 de acordo com os elementos analisados, grupo trófico doador de tecido, número total de análises, amostras com valores detectáveis, amostras com valores acima dos limites de referência e proporção dos animais contaminados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Elemeto	Nível trófico peixes	N análises	Total análises	Amostras com concentração detectável	Total de amostras com concentração detectável	Proporção amostras com concentrações detectáveis (%)	Amostras com concentração acima do limite	Proporção (%) animais contaminados
Arsênio (Ar)	carnívoros	122	330	18	60	18,18%	2	1,64%
	onívoros	114		13			0	0,00%
	raspadores bentônicos	94		29			21	22,34%
Cádmio (Ca)	carnívoros	133	367	4	15	4,09%	1	0,75%
	onívoros	127		4			2	1,57%
	raspadores bentônicos	107		7			1	0,93%
Chumbo (Pb)	carnívoros	133	367	15	43	11,72%	4	3,01%
	onívoros	127		14			5	3,94%
	raspadores bentônicos	107		14			2	1,87%
Cobre (Cu)	carnívoros	133	367	67	190	51,77%	0	0,00%
	onívoros	127		64			1	0,79%
	raspadores bentônicos	107		59			0	0,00%
Cromo (Cr)	carnívoros	133	367	26	78	21,25%	18	13,53%
	onívoros	127		27			18	14,17%
	raspadores bentônicos	107		25			16	14,95%
Manganês (Mn)	carnívoros	122	330	92	273	82,73%	19	15,57%
	onívoros	114		107			50	43,86%
	raspadores bentônicos	94		74			34	36,17%
Merúrio (Hg)	carnívoros	114	308	95	239	77,60%	63	55,26%
	onívoros	110		87			23	20,91%
	raspadores bentônicos	84		57			7	8,33%
Níquel (Ni)	carnívoros	133	367	7	27	7,36%	0	0,00%
	onívoros	127		10			0	0,00%
	raspadores bentônicos	107		10			0	0,00%
Zinco (Zn)	carnívoros	133	366	132	358	97,81%	16	12,03%
	onívoros	126		123			44	34,92%
	raspadores bentônicos	107		103			3	2,80%



Arsênio (As)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2007 a julho/2018) foram analisadas 330 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 122 de peixes carnívoros (39,97%), 114 de peixes onívoros (34,54%) e 94 de peixes raspadores bentônicos (28,48%) (Tabela 5.3.5.9).

Sessenta amostras (18,18%) apresentaram valores detectáveis de Arsênio, das quais, 23 amostras apresentaram concentrações acima do que estabelece a RDC ANVISA 42/2013.

Os peixes raspadores bentônicos apresentaram a maior incidência de amostras com concentrações acima do limite (21), representando 22,34% das amostras analisadas nesse grupo trófico (Tabela 5.3.5.9). Também nesse grupo trófico foram registradas as maiores concentrações de Arsênio (Figura 5.3.5.20).

A contaminação encontrada em amostras de peixes carnívoros foi de 1.64% (2 amostras). Não foram identificadas amostras de peixes onívoros contaminadas (Tabela 5.3.5.9). Com exceção do Ponto 8, amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados (Tabela 5.3.5.10 e Figuras 5.3.5.18, 5.3.5.19 e 5.3.5.20).

Tabela 5.3.5.10 - Número de amostras de peixes contaminados com Arsênio (As) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	0	0	1	1
Ponto 2	0	0	3	3
Ponto 3	1	0	3	4
Ponto 4	0	0	6	6
Ponto 5	0	0	1	1
Ponto 6	1	0	0	1
Ponto 7	0	0	7	7
Ponto 8	0	0	0	0
Total	2	0	21	23

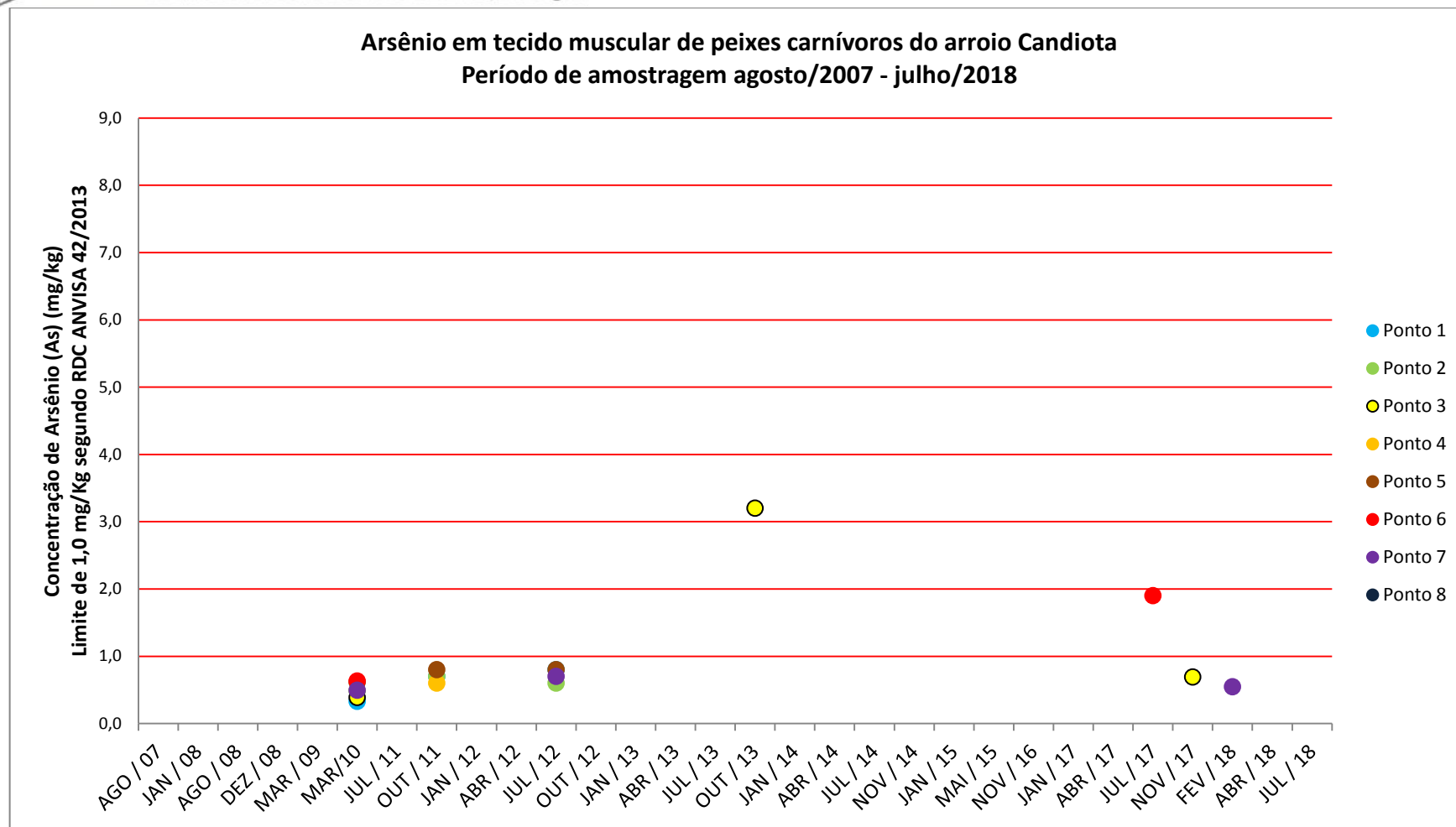


Figura 5.3.5.18 - Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

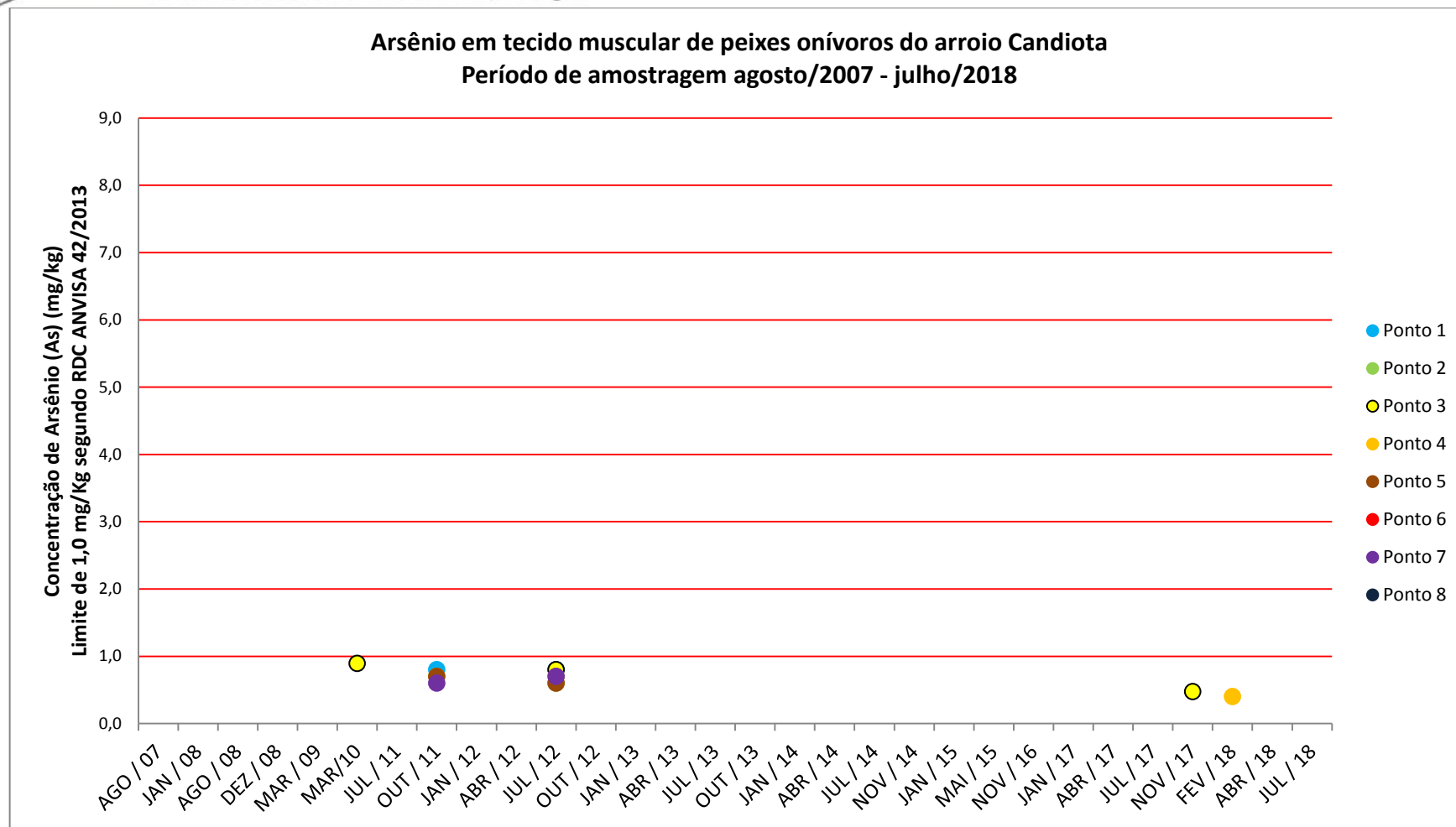


Figura 5.3.5.19 - Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

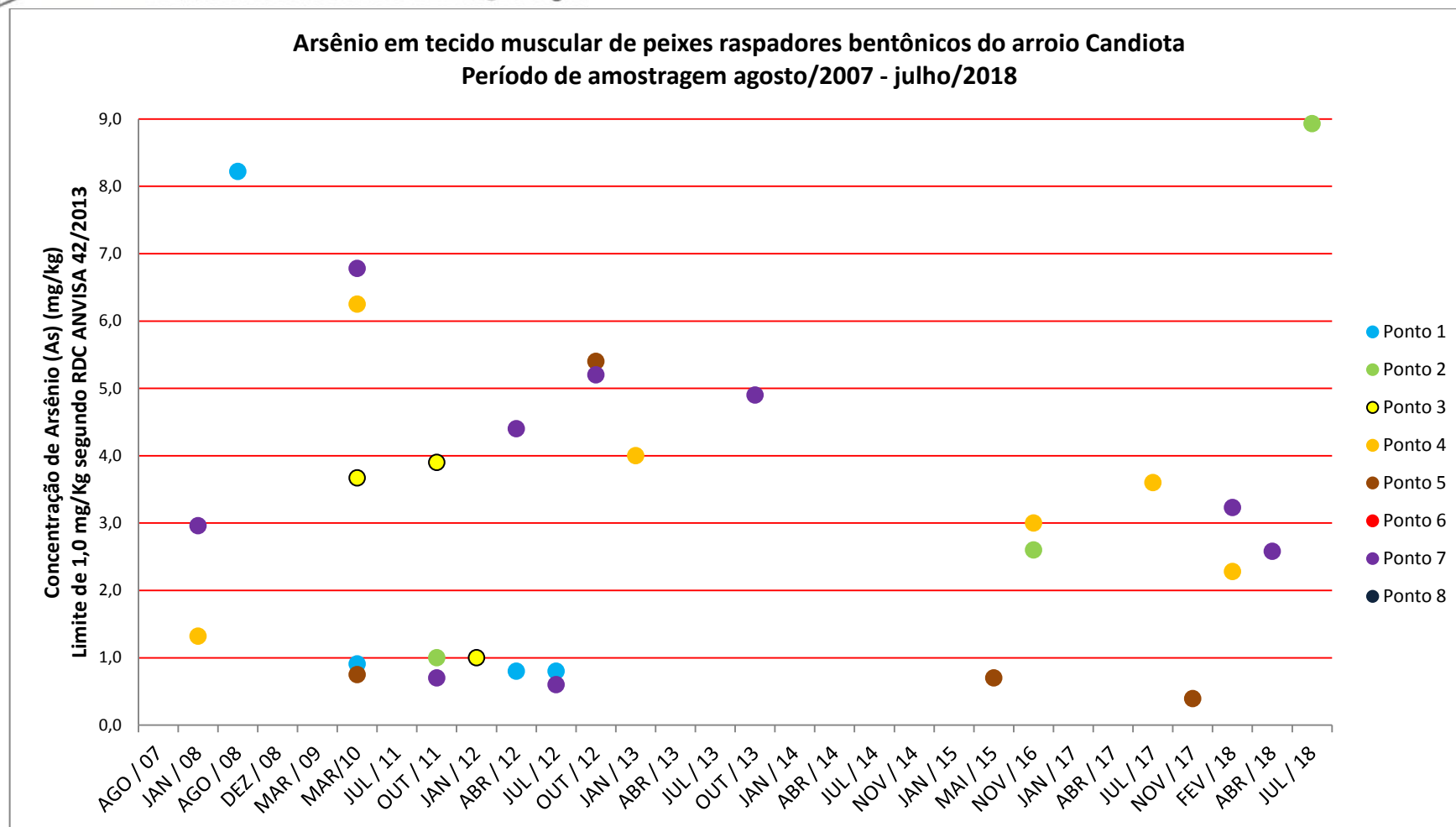


Figura 5.3.5.20 - Concentração de Arsênio (As) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Cádmio (Cd)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2018) foram analisadas 367 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,24%), 127 de peixes onívoros (34,60%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,15%) (Tabela 5.3.5.9).

Quinze amostras apresentaram valores detectáveis de Cádmio (4,09%) e apenas quatro dessas amostras apresentaram concentrações acima do que estabelece a RDC ANVISA 42/2013.

A maior parte dos valores detectáveis de Cádmio foi registrada nos anos iniciais do monitoramento. O registro mais recente havia sido feito na campanha de julho de 2013 até que na campanha de julho de 2018 registrou-se altas concentrações de Cádmio em um cascudo (*Hemiancistrus punctulatus*) no ponto 2 da rede de monitoramento.

A tabela 5.3.5.11 apresenta a distribuição das amostras contaminadas conforme o grupo trófico e o local monitorado.

Tabela 5.3.5.11 - Número de amostras de peixes contaminados com Cádmio (Cd) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	0	0	0	0
Ponto 2	0	2	1	3
Ponto 3	0	0	0	0
Ponto 4	0	0	0	0
Ponto 5	0	0	0	0
Ponto 6	0	0	0	0
Ponto 7	1	0	0	1
Ponto 8	0	0	0	0
Total	1	2	1	4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

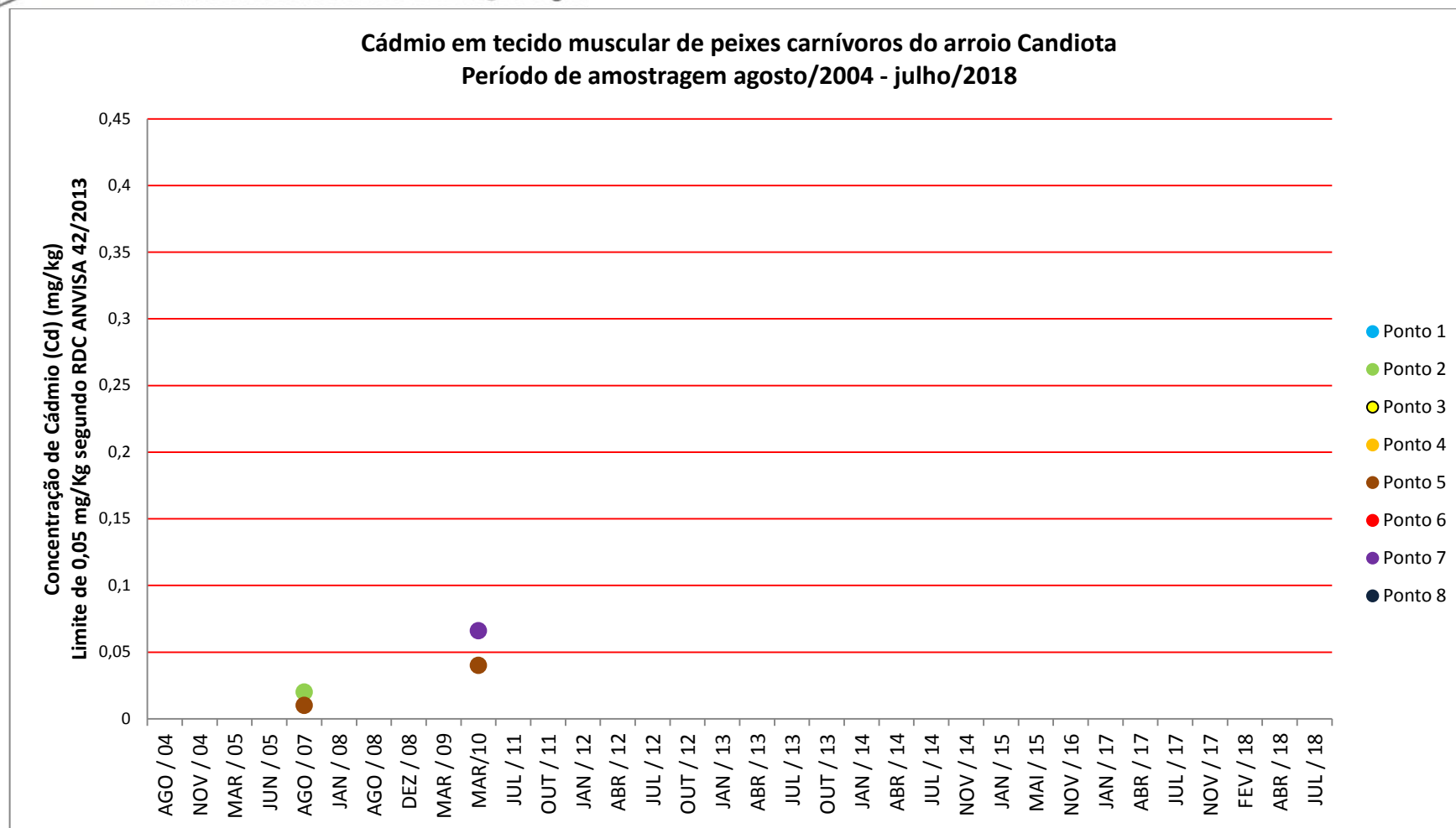


Figura 5.3.5.21 - Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

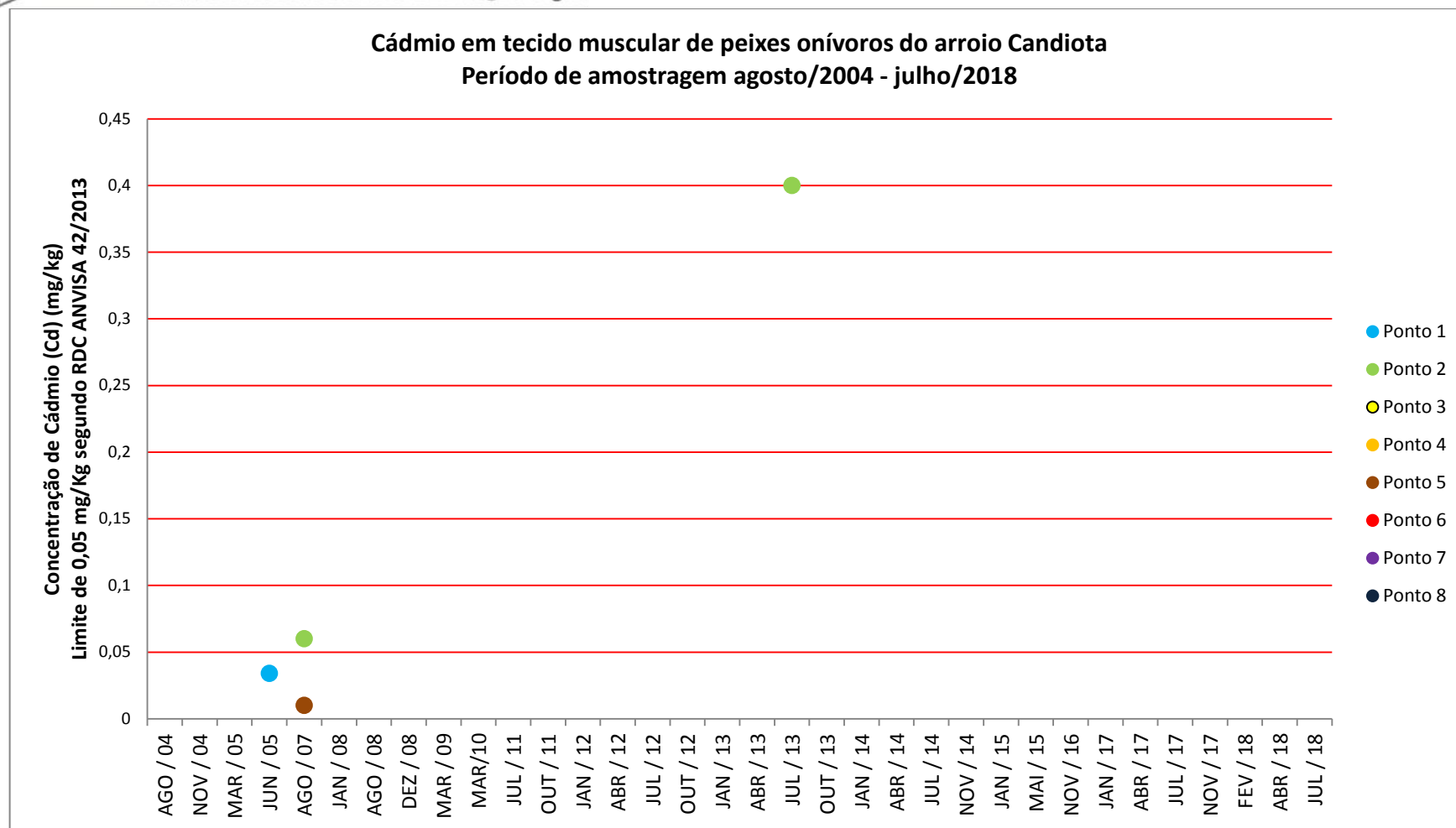


Figura 5.3.5.22 - Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

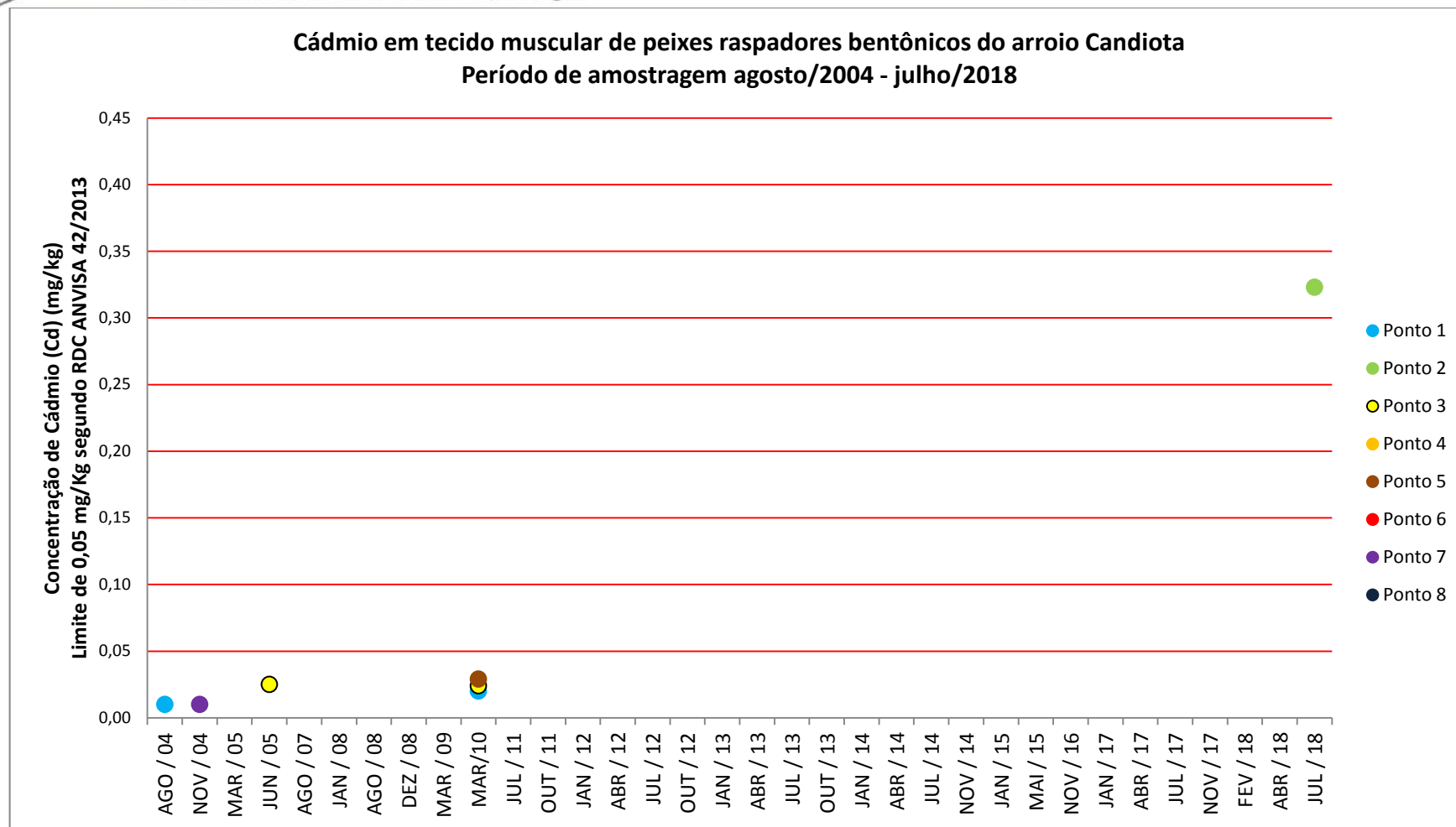


Figura 5.3.5.23 - Concentração de Cádmio (Cd) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Chumbo (Pb)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2018) foram analisadas 367 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,24%), 127 de peixes onívoros (34,60%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,15%) (Tabela 5.3.5.9).

Quarenta e três amostras (11,72%) apresentaram valores detectáveis de Chumbo, das quais, 11 amostras apresentaram concentrações acima do que estabelece a RDC ANVISA 42/2013. A maior incidência de amostras contaminadas acima do limite ocorre nos peixes onívoros (3,36%). Os registros não guardam relação com os locais monitorados sendo as quatro amostras contaminadas desse grupo oriundas de quatro locais distintos (Figura 5.3.5.25).

A contaminação encontrada em amostras de peixes carnívoros foi de 2,88% (3 amostras) e entre os peixes raspadores bentônicos foi de 8,64% (7 amostras) (Tabela 5.3.5.9).

Com exceção do Ponto 6, amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados (Tabela 5.3.5.12 e Figuras 5.3.5.24, 5.3.5.25 e 5.3.5.26).

Tabela 5.3.5.12 - Número de amostras de peixes contaminados com Chumbo (Pb) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	2	1	0	3
Ponto 2	1	0	1	2
Ponto 3	0	0	0	0
Ponto 4	0	1	1	2
Ponto 5	1	0	0	1
Ponto 6	0	0	0	0
Ponto 7	0	1	0	1
Ponto 8	0	2	0	2
Total	4	5	2	11



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

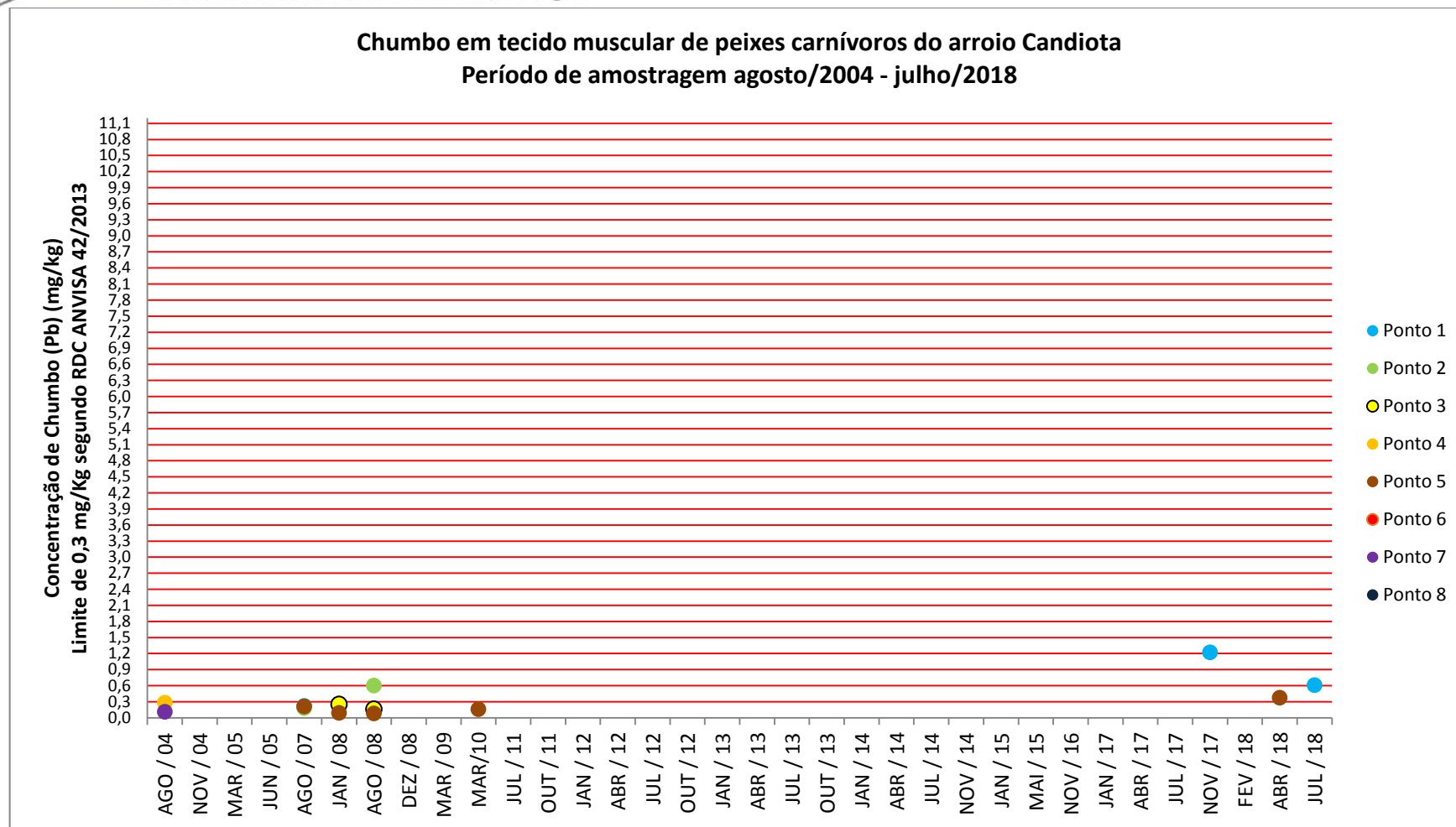


Figura 5.3.5.24 - Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

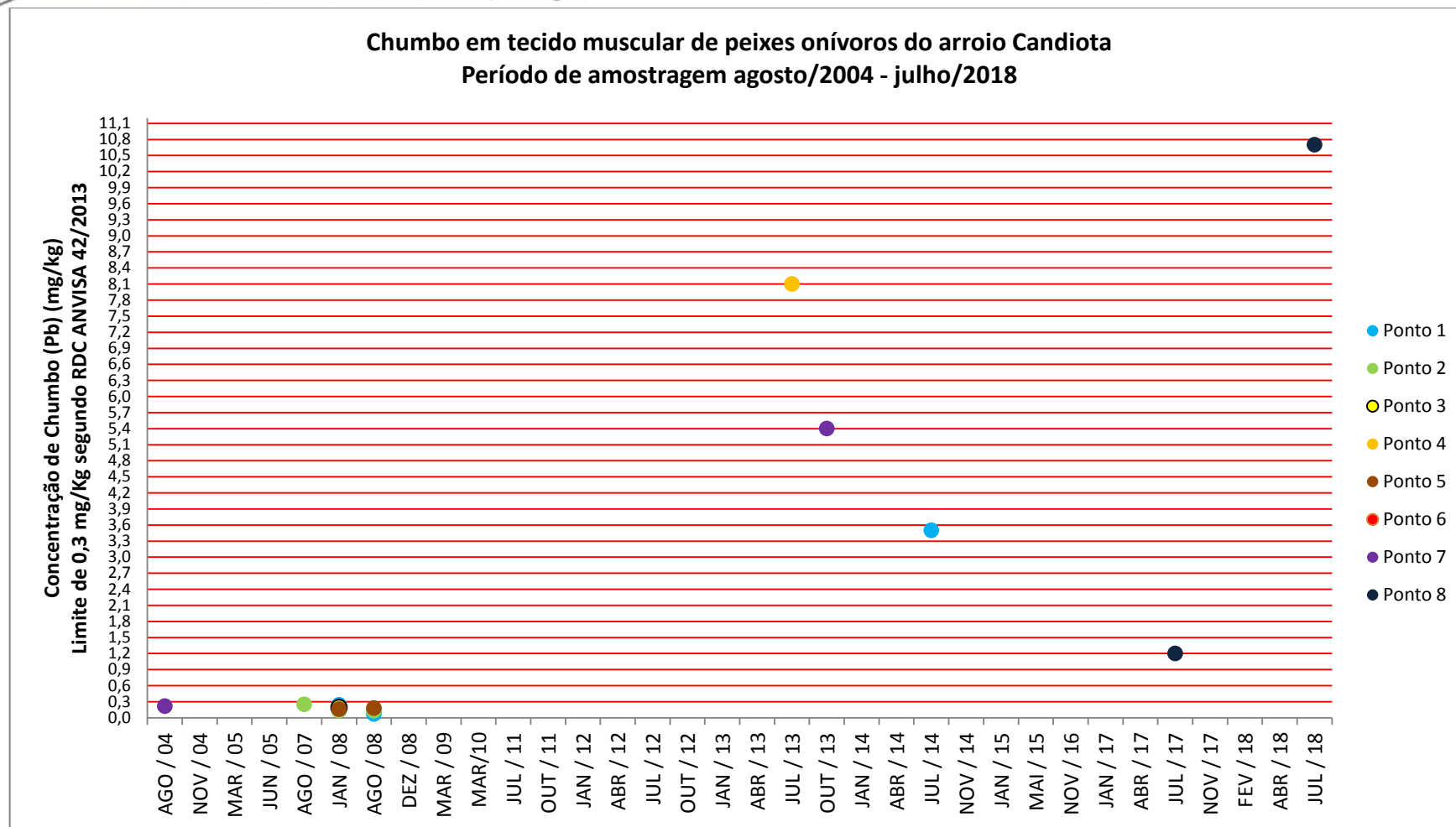


Figura 5.3.5.25 - Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

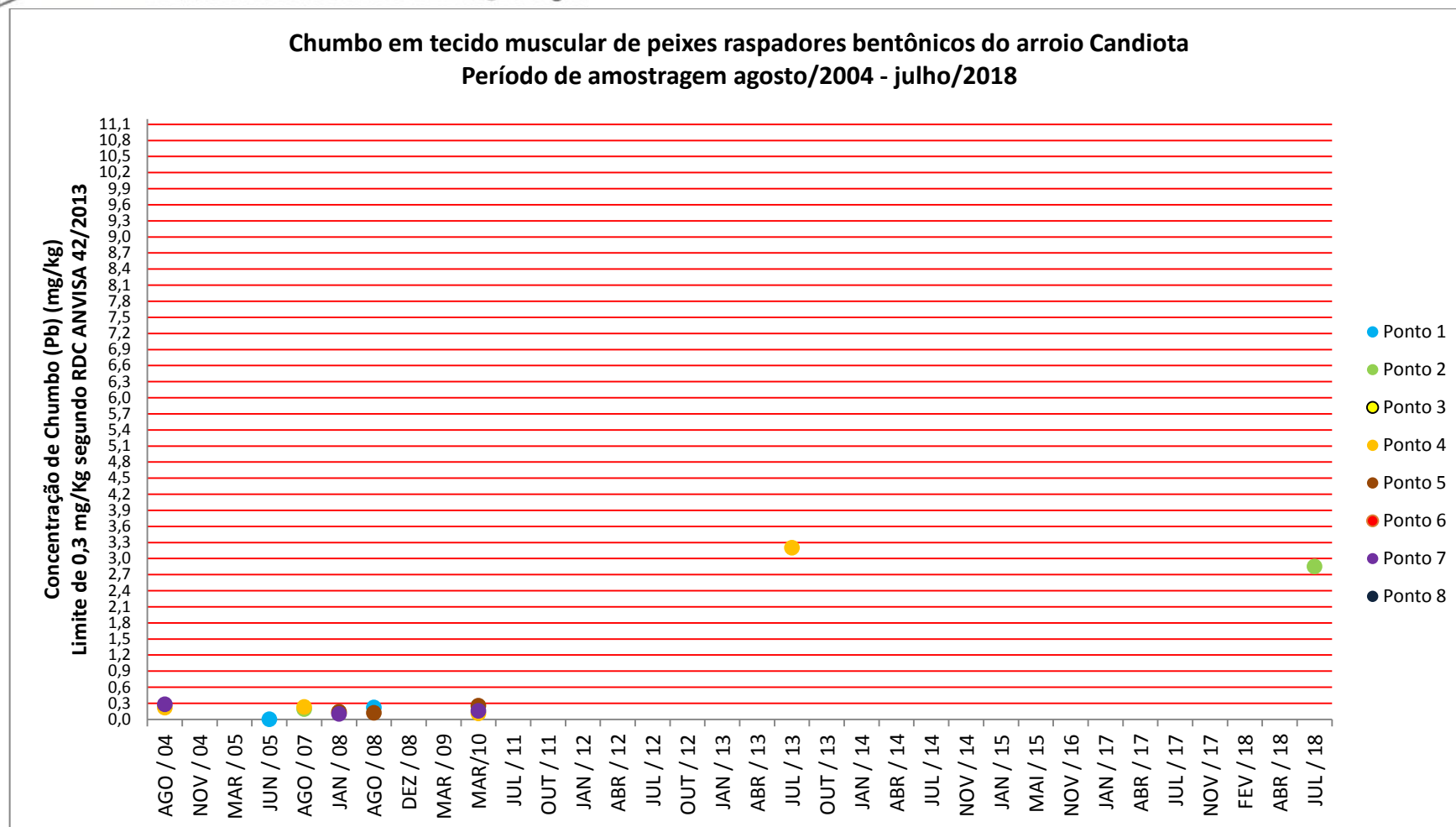


Figura 5.3.5.26 - Concentração de Chumbo (Pb) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Cobre (Cu)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2017) foram analisadas 367 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,24%), 127 de peixes onívoros (34,60%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,15%) (Tabela 5.3.5.9).

Cento e noventa amostras (51,77%) apresentaram valores detectáveis de Cobre, das quais apenas uma amostra de um peixe onívoro capturado em janeiro/2017 no Ponto 6 apresentou concentrações de cobre acima do que estabelece a Dec. 55.871/1965.

No período 2016/2017 os registros demonstraram maior frequência de cobre em amostras de todos os níveis tróficos e em toda a rede de monitoramento. No período 2017/2018 essa tendência não se manteve na mesma intensidade. As figuras 5.3.5.27, 5.3.5.28 e 5.3.5.29 apresentam os gráficos de concentração de Cobre para cada grupo trófico.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

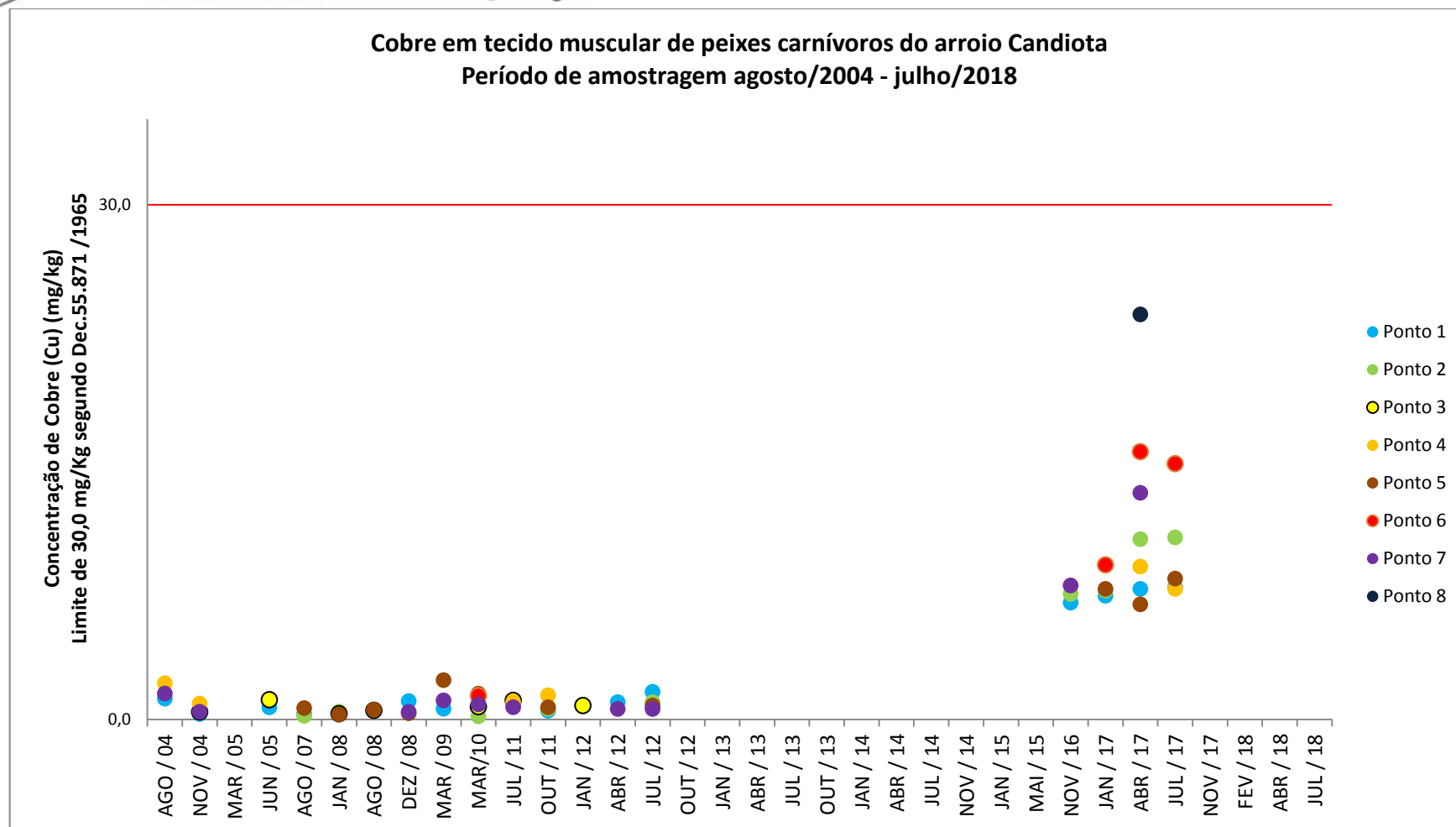


Figura 5.3.5.27 - Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

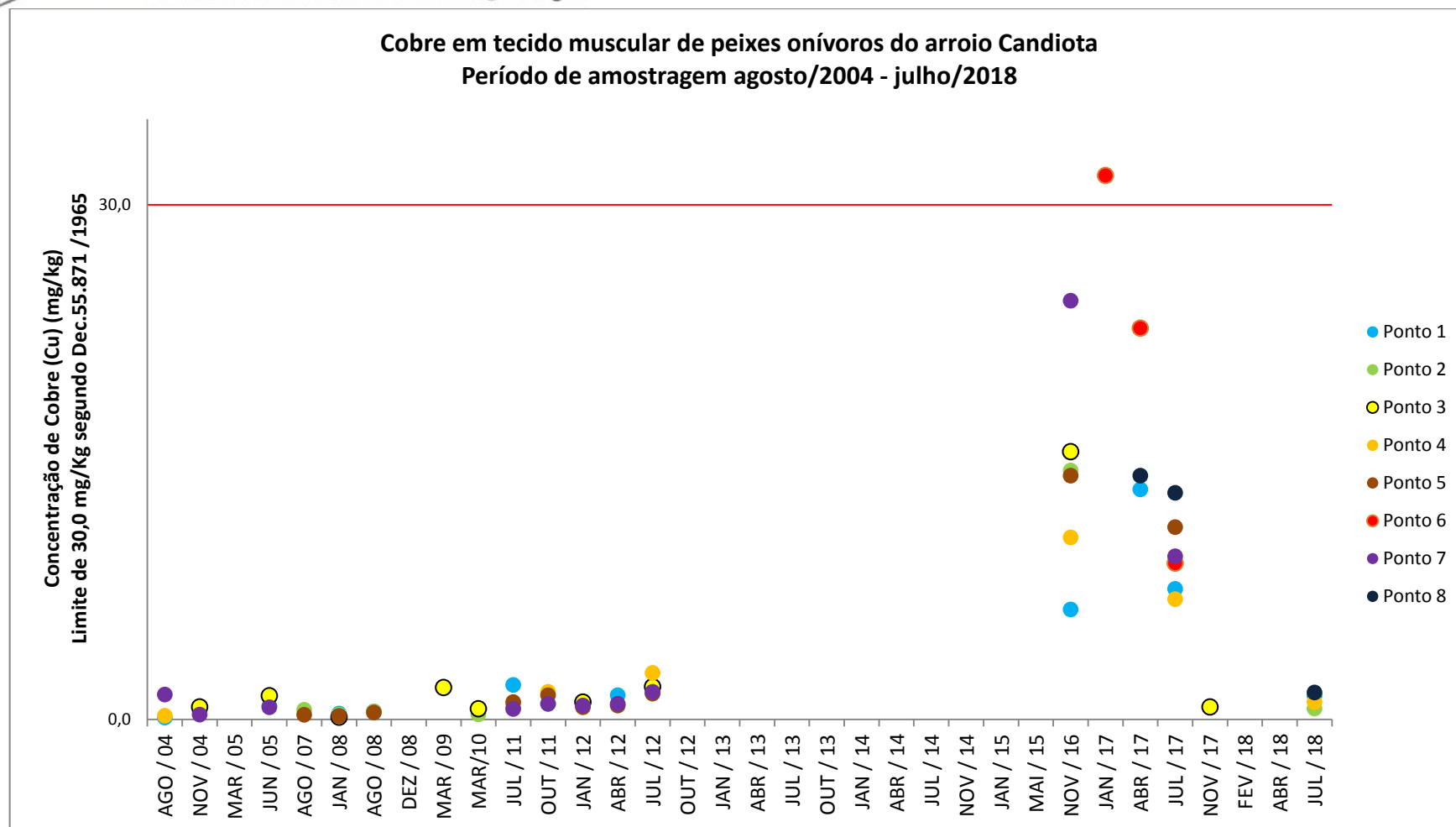


Figura 5.3.5.28 - Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

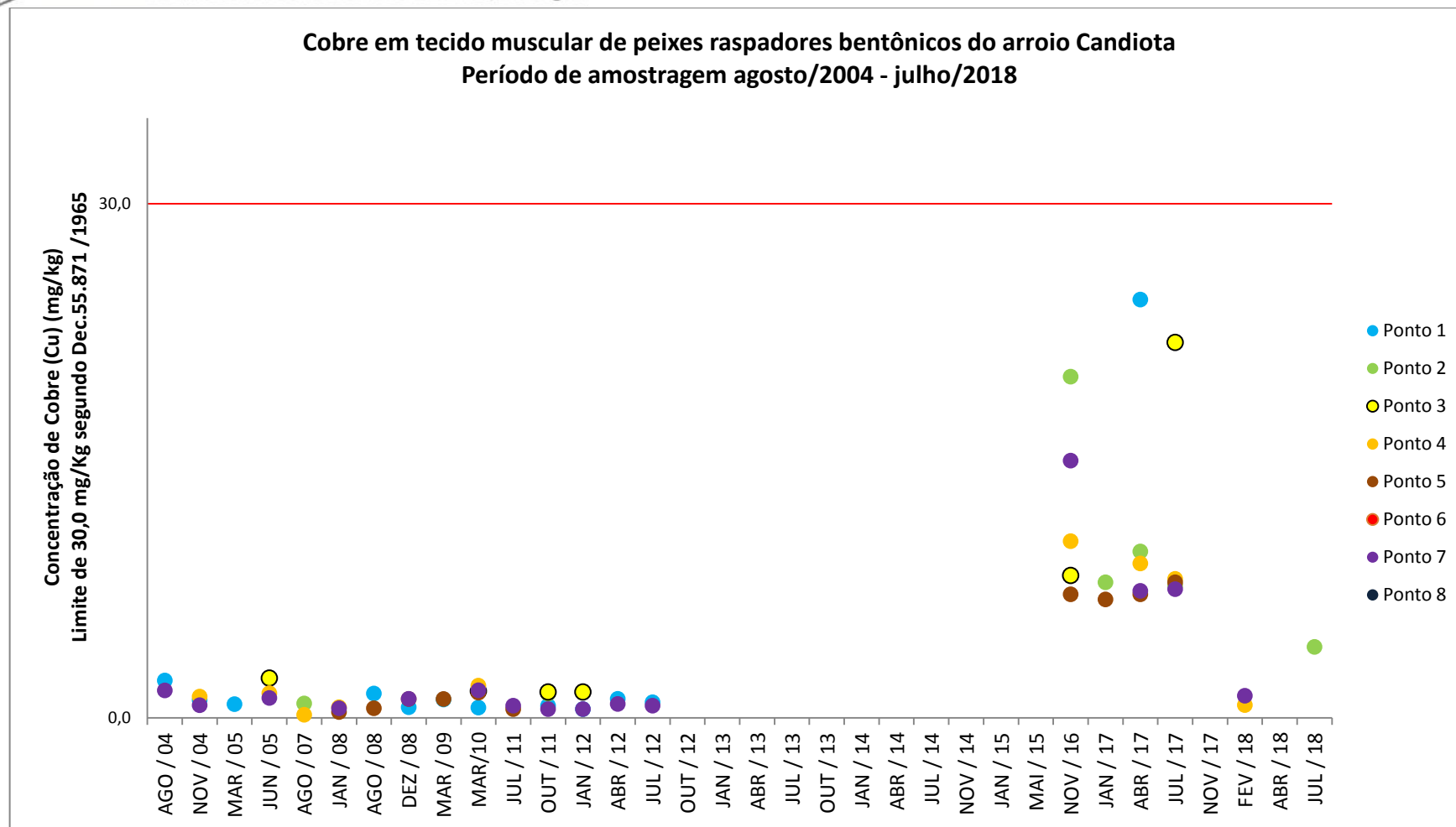


Figura 5.3.5.29 - Concentração de Cobre (Cu) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Cromo (Cr)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2017) foram analisadas 367 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,24%), 127 de peixes onívoros (34,60%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,15%) (Tabela 5.3.5.9).

Setenta e oito amostras (21,25%) apresentaram valores detectáveis de Cromo, das quais, 52 apresentaram concentrações acima do que estabelece o Dec. 55.871/1965.

Todos os níveis tróficos tiveram aproximadamente 14% de suas amostras contaminadas acima dos limites considerados seguros (Tabela 5.3.5.9).

Os peixes raspadores bentônicos apresentaram 14,95% das amostras contaminadas (16 amostras), os peixes onívoros apresentaram 14,17% das amostras contaminadas (18 amostras) e os peixes carnívoros 13,53% das amostras (18 amostras) estavam contaminadas (Tabela 5.3.5.13). A maior frequência de registros de amostras contaminadas deu-se na fase inicial do monitoramento, entre 2004 e 2009. No entanto, entre as campanhas de novembro de 2017 e julho de 2018 amostras de todos os grupos tróficos contaminadas com Cromo voltaram a aparecer e novamente em concentrações elevadas (Figuras 5.3.5.30, 5.3.5.31 e 5.3.5.32).

Amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados, exceto no ponto 6. Os pontos mais de montante da bacia, Ponto 1, 2, 3 e 4 concentram 77% das amostras contaminadas (Tabela 5.3.5.13).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.13 - Número de amostras de peixes contaminados com Cromo (Cr) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	4	3	5	12
Ponto 2	4	2	3	9
Ponto 3	5	4	0	9
Ponto 4	2	3	5	10
Ponto 5	1	3	1	5
Ponto 6	0	0	0	0
Ponto 7	2	2	2	6
Ponto 8	0	1	0	1
Total	18	18	16	52

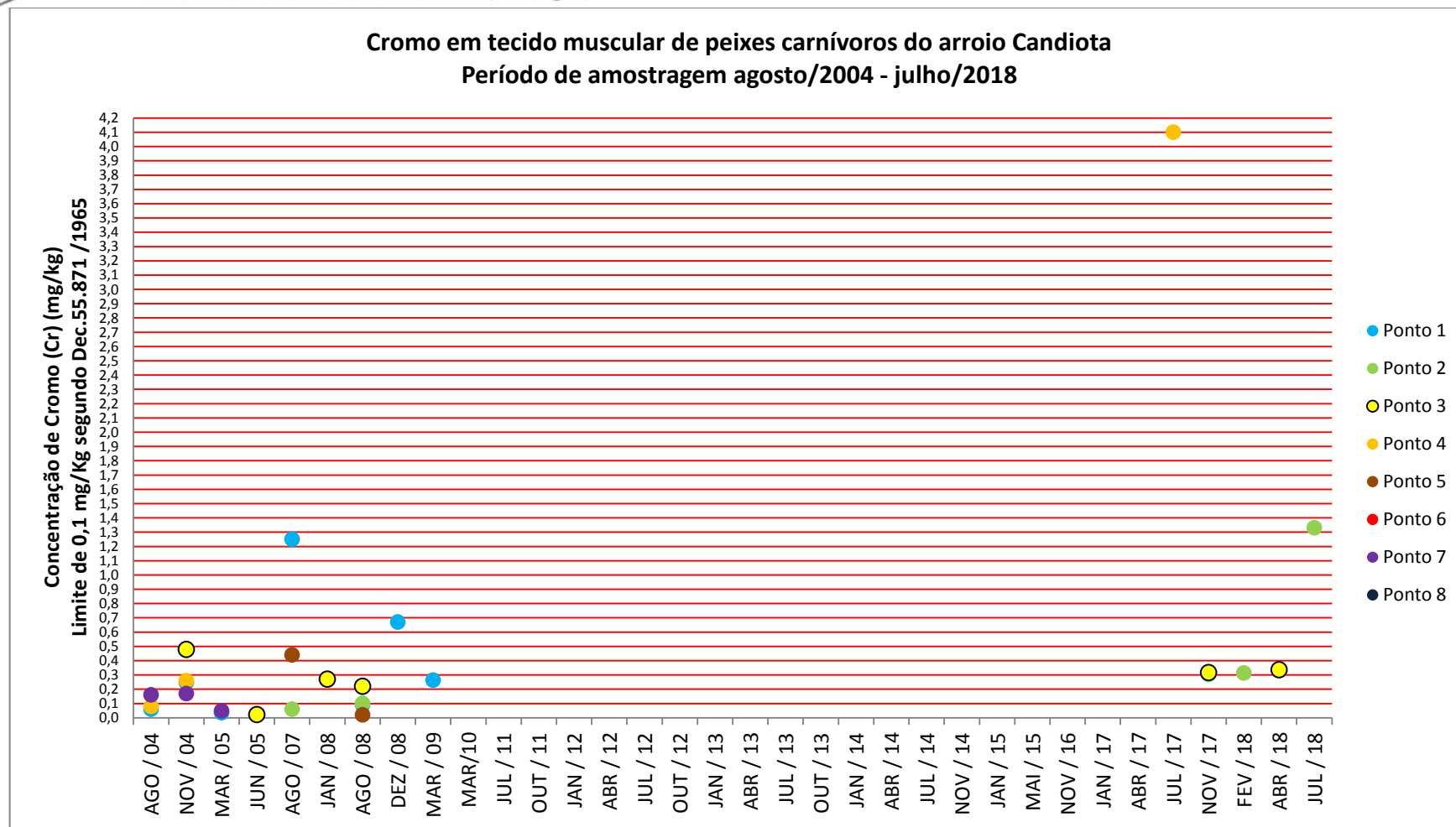


Figura 5.3.5.30 - Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

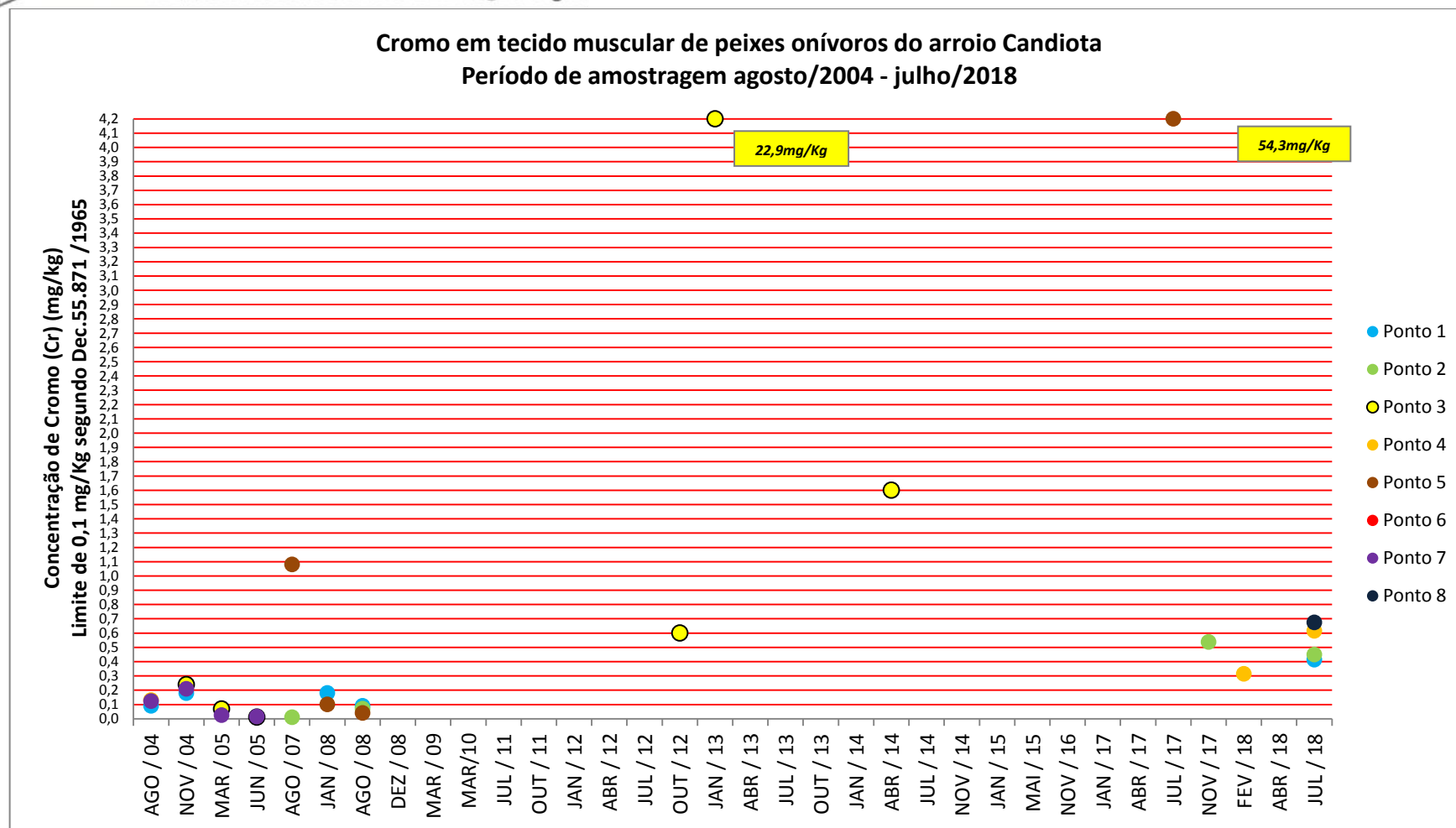


Figura 5.3.5.31 - Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

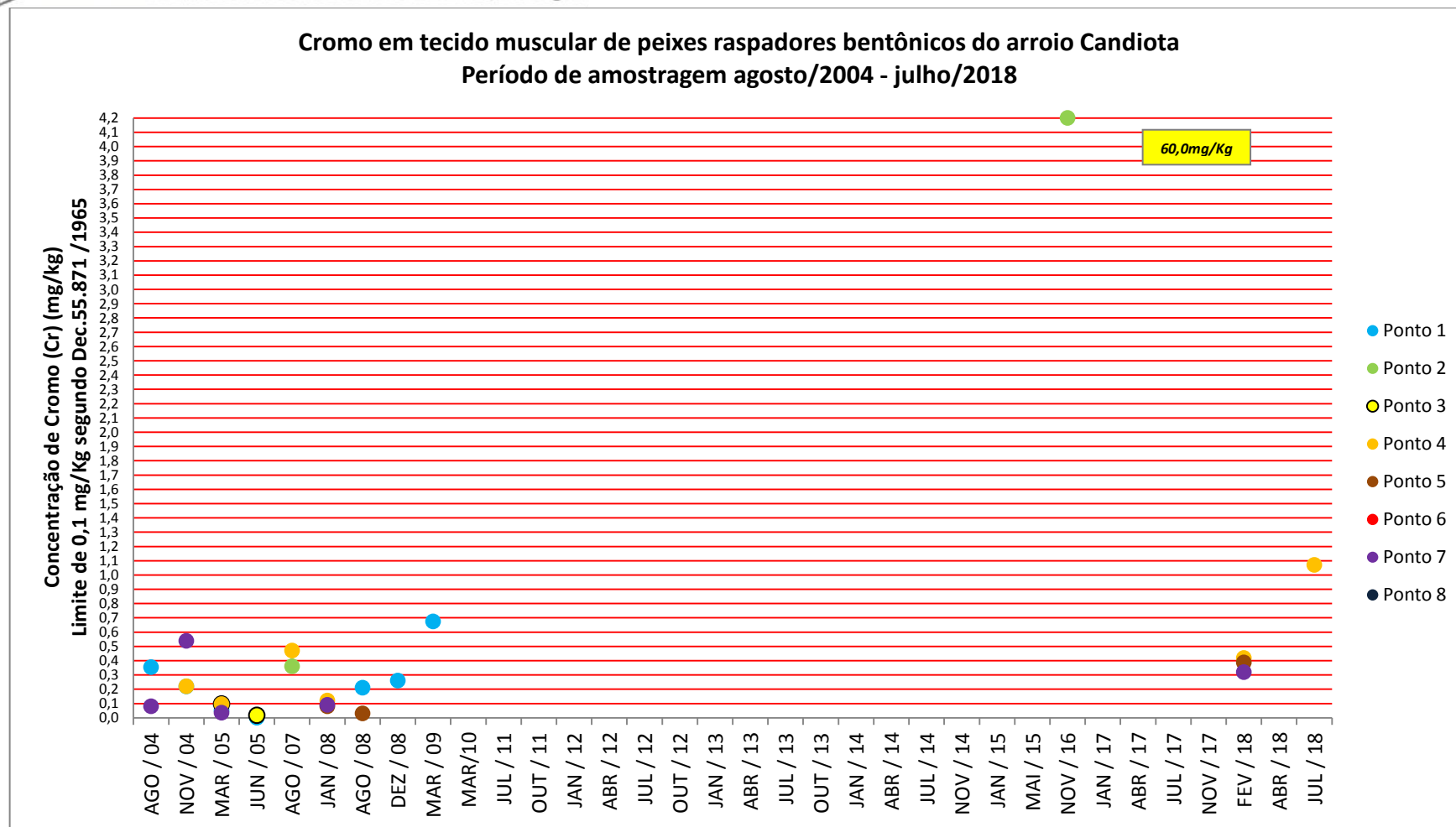


Figura 5.3.5.32 - Concentração de Cromo (Cr) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Manganês (Mn)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2007 a julho/2017) foram analisadas 330 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 122 de peixes carnívoros (36,97%), 114 de peixes onívoros (34,54%) e 94 de peixes raspadores bentônicos (28,48%) (Tabela 5.3.5.9).

O manganês é o segundo elemento analisado mais comumente encontrado em peixes de todos os níveis tróficos. Duzentas e setenta e três (82,72%) apresentaram valores detectáveis de Manganês, das quais, 103 amostras apresentaram concentrações acima da referência proposta por Bowen (1979).

Os peixes onívoros apresentaram 43,86% de contaminação acima do limite de referência (50 amostras) enquanto os peixes raspadores bentônicos apresentaram contaminação de 36,17% de contaminação acima do limite de referência (34 amostras). Entre as amostras de peixes carnívoros, 15,57% apresentaram níveis de contaminação acima do limite de referência (19 amostras) (Tabela 5.3.5.14).

Concentrações extremas foram registradas em peixes carnívoros no Ponto 6 nas campanhas de janeiro/2017 (153,0 mg/Kg) e julho/2017 (79,9 mg/Kg). Entre os onívoros concentrações extremas foram registradas no Ponto 2 na campanha de janeiro/2013 (54,1 mg/Kg) e no Ponto 6 na campanha de julho/2017 (215,0 mg/Kg). Os raspadores bentônicos apresentaram concentrações de manganês extremamente altas no Ponto 4 na campanha de abril/2017 (50,3 mg/Kg), no Ponto 7 na campanha de dezembro/2008 (810 mg/kg) e no Ponto 2 na campanha de julho/2018 (724 mg/kg).

Amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados (Tabela 5.3.5.14 e Figuras 5.3.5.33, 5.3.5.34 e 5.3.5.35).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.14 - Número de amostras de peixes contaminados com Manganês (Mn) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	6	7	8	21
Ponto 2	2	7	6	15
Ponto 3	2	9	7	18
Ponto 4	0	9	4	13
Ponto 5	6	8	4	18
Ponto 6	3	3	0	6
Ponto 7	0	6	5	11
Ponto 8	0	1	0	0
Total	19	50	34	103



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

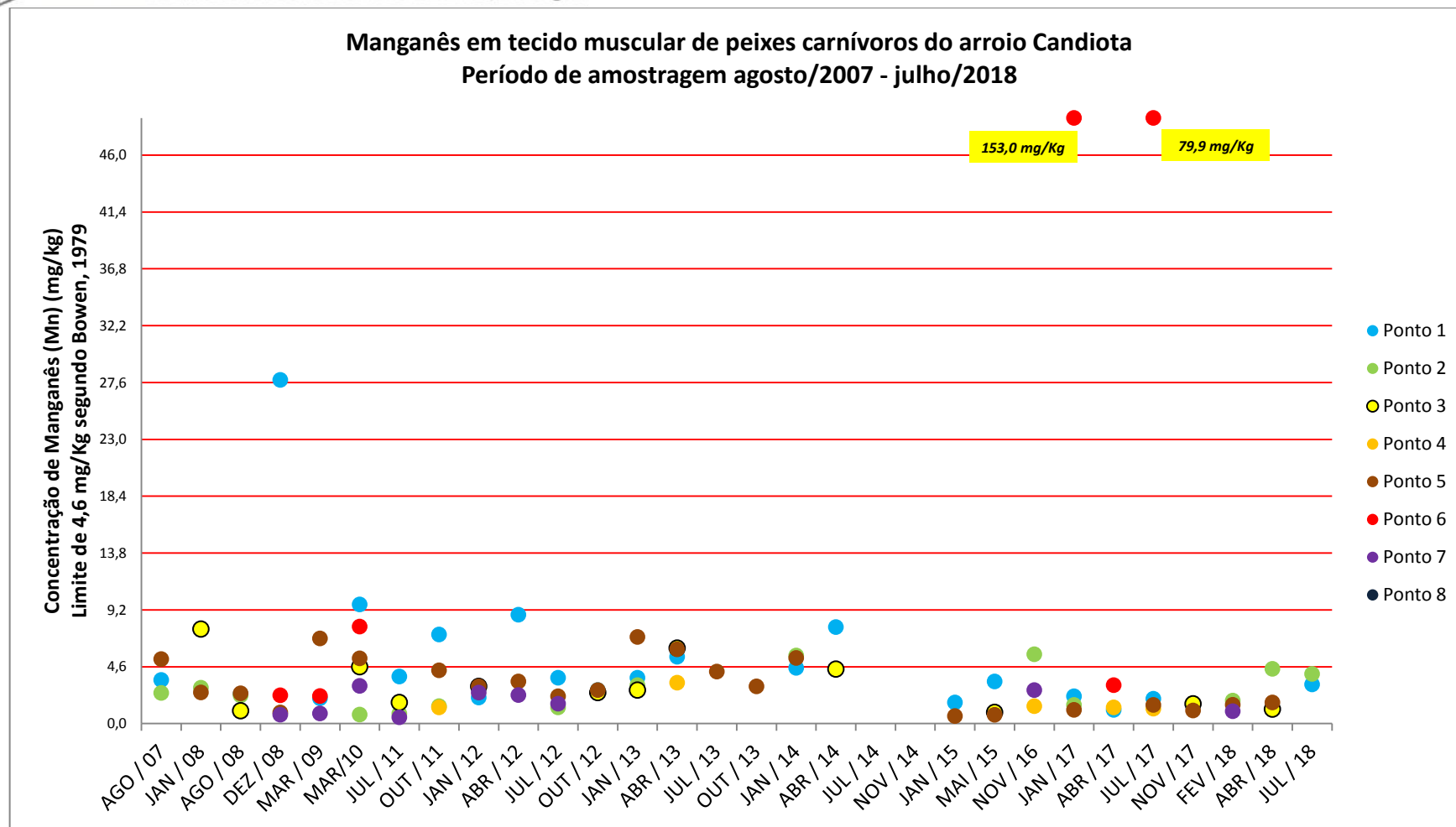


Figura 5.3.5.33 - Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

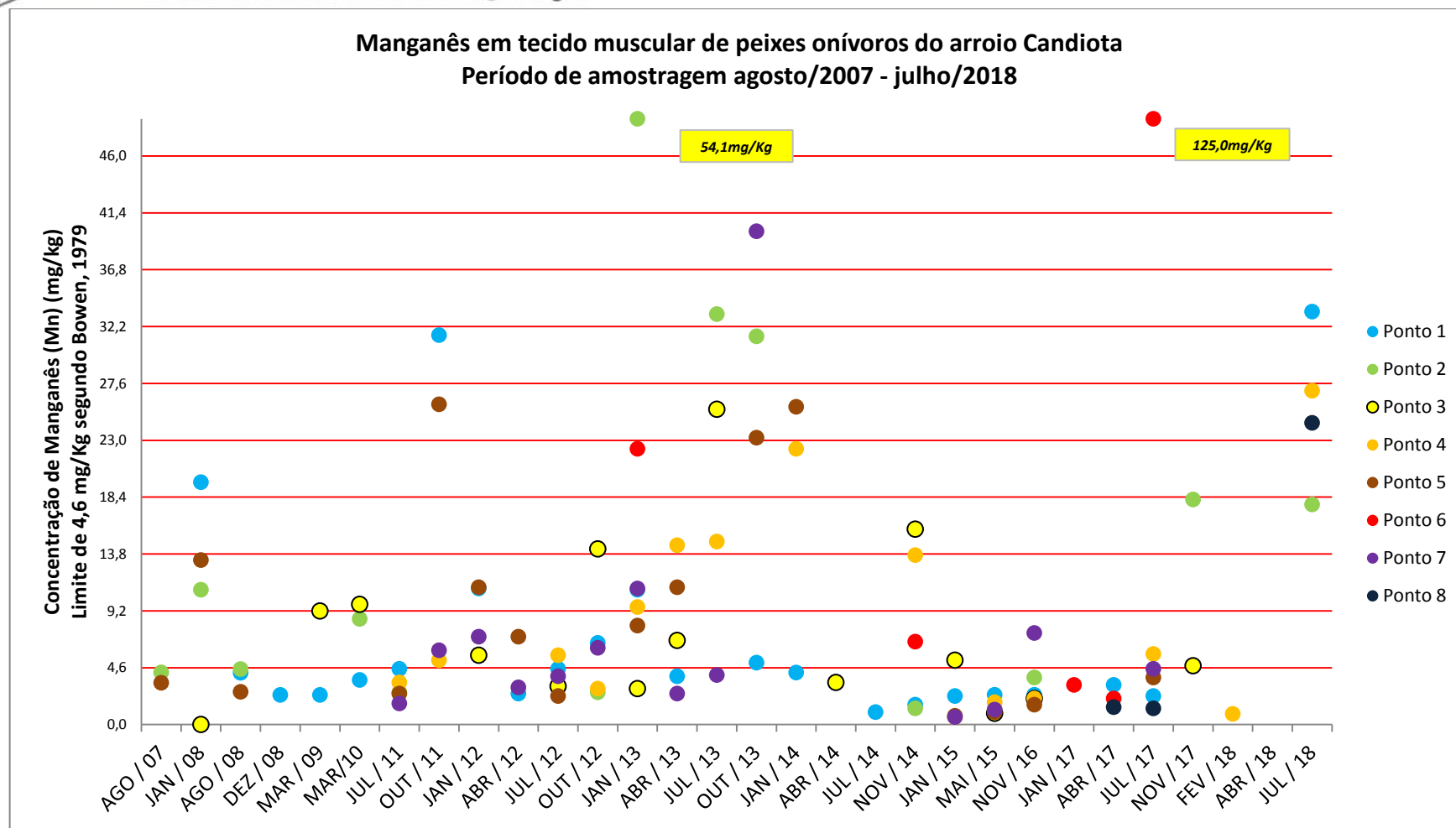


Figura 5.3.5.34 - Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

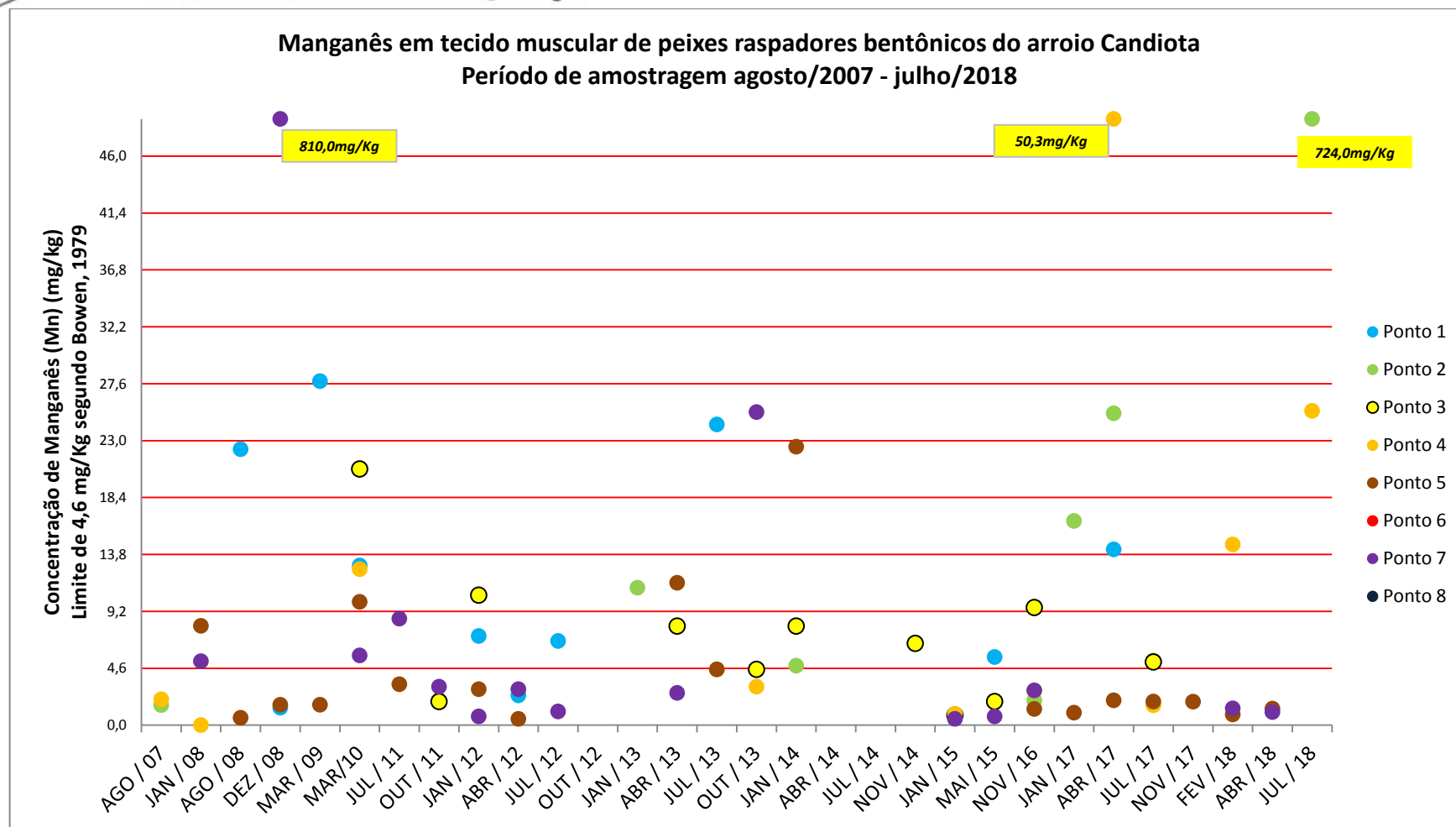


Figura 5.3.5.35 - Concentração de Manganês (Mn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Mercúrio (Hg)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2007 a julho/2017) foram analisadas 308 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 114 de peixes carnívoros (37,01%), 110 de peixes onívoros (35,71%) e 84 de peixes raspadores bentônicos (27,27%) (Tabela 5.3.5.9).

O mercúrio é o terceiro elemento analisado mais comumente encontrado em peixes de todos os níveis tróficos. Duzentos e trinta e nove amostras (77,60%) apresentaram valores detectáveis de Mercúrio, das quais, 93 amostras com concentrações acima do limite estabelecido pela RDC ANVISA 42/2013.

Os peixes carnívoros apresentaram 55,26% de contaminação acima do limite de referência (63 amostras) e além de ser o grupo mais contaminado, foi aquele em que as maiores concentrações foram observadas (Figura 5.3.5.36).

Entre os peixes onívoros, 20,91% apresentaram contaminação acima do limite de referência (23 amostras). Entre as amostras de peixes raspadores bentônicos 8,33% apresentaram níveis de contaminação acima do limite de referência (7 amostras) (Tabela 5.3.5.15).

Com exceção do Ponto 8, amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados (Tabela 5.3.5.15 e Figuras 5.3.5.36, 5.3.5.37 e 5.3.5.38).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.15 - Número de amostras de peixes contaminados com Mercúrio (Hg) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Local monitorado	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	16	5	1	22
Ponto 2	11	4	1	16
Ponto 3	7	1	2	10
Ponto 4	4	3	2	9
Ponto 5	13	5	0	18
Ponto 6	0	1	0	1
Ponto 7	12	4	1	17
Ponto 8	0	0	0	0
Total	63	23	7	93



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

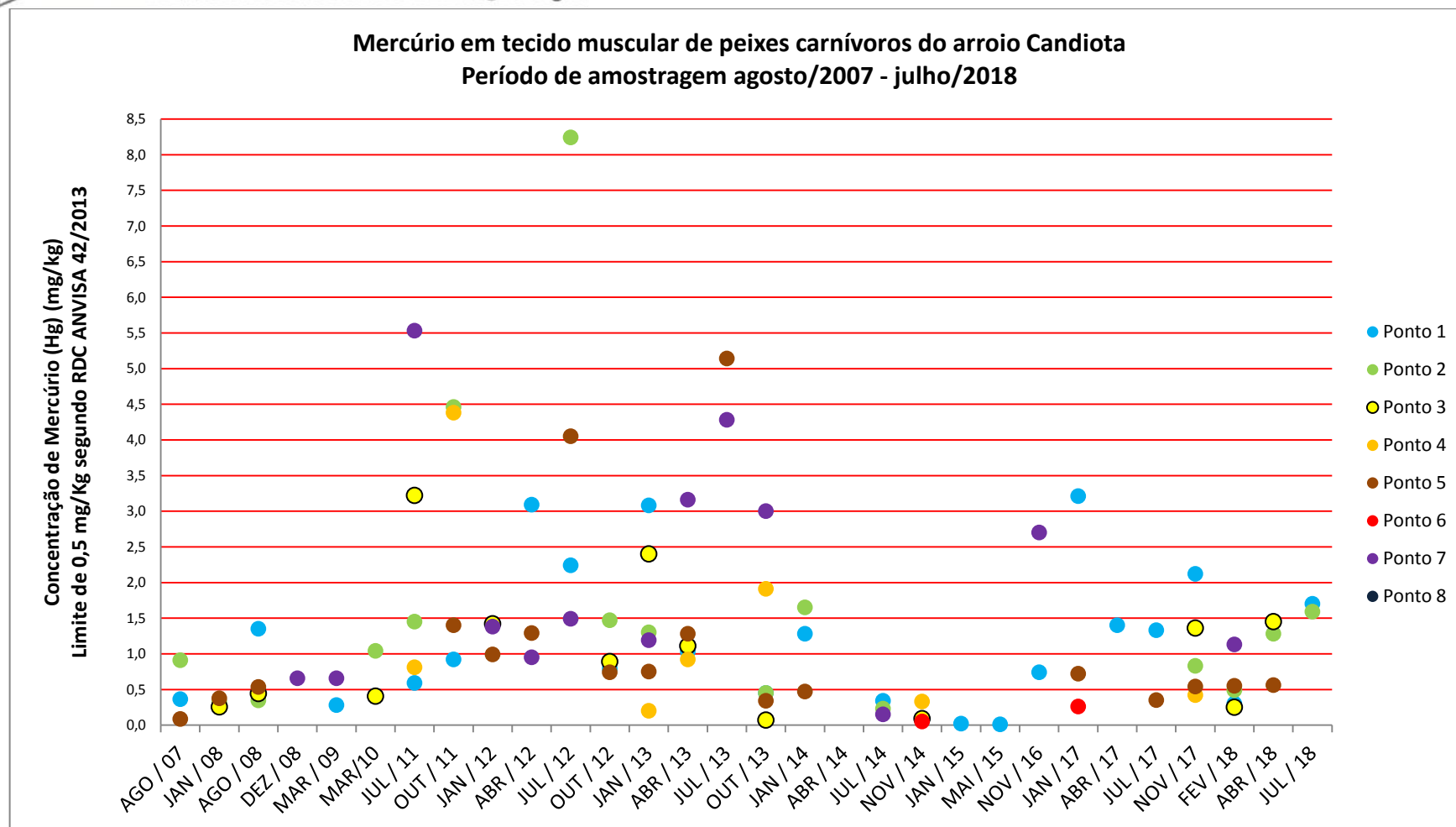


Figura 5.3.5.36 - Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

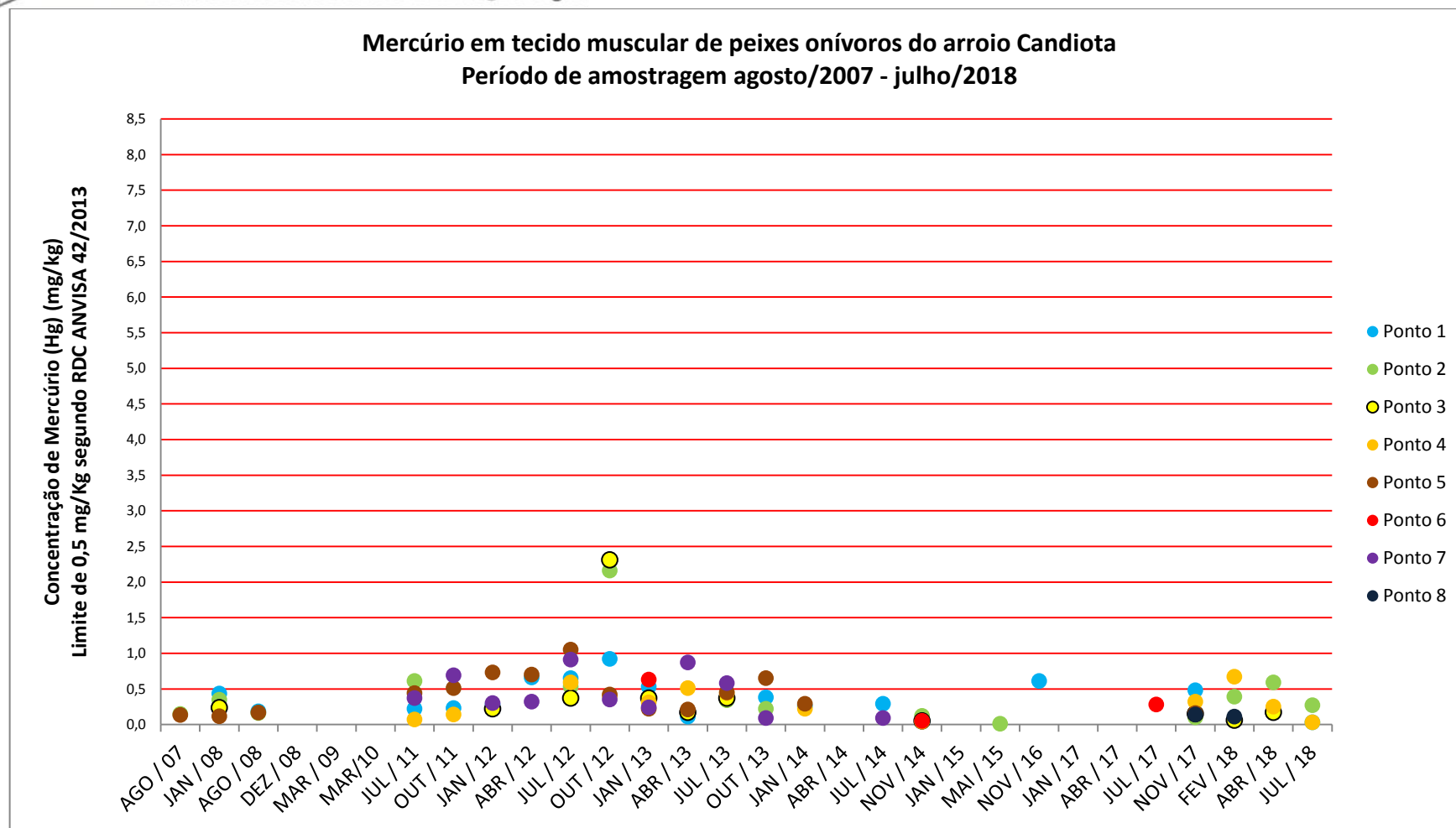


Figura 5.3.5.37 - Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

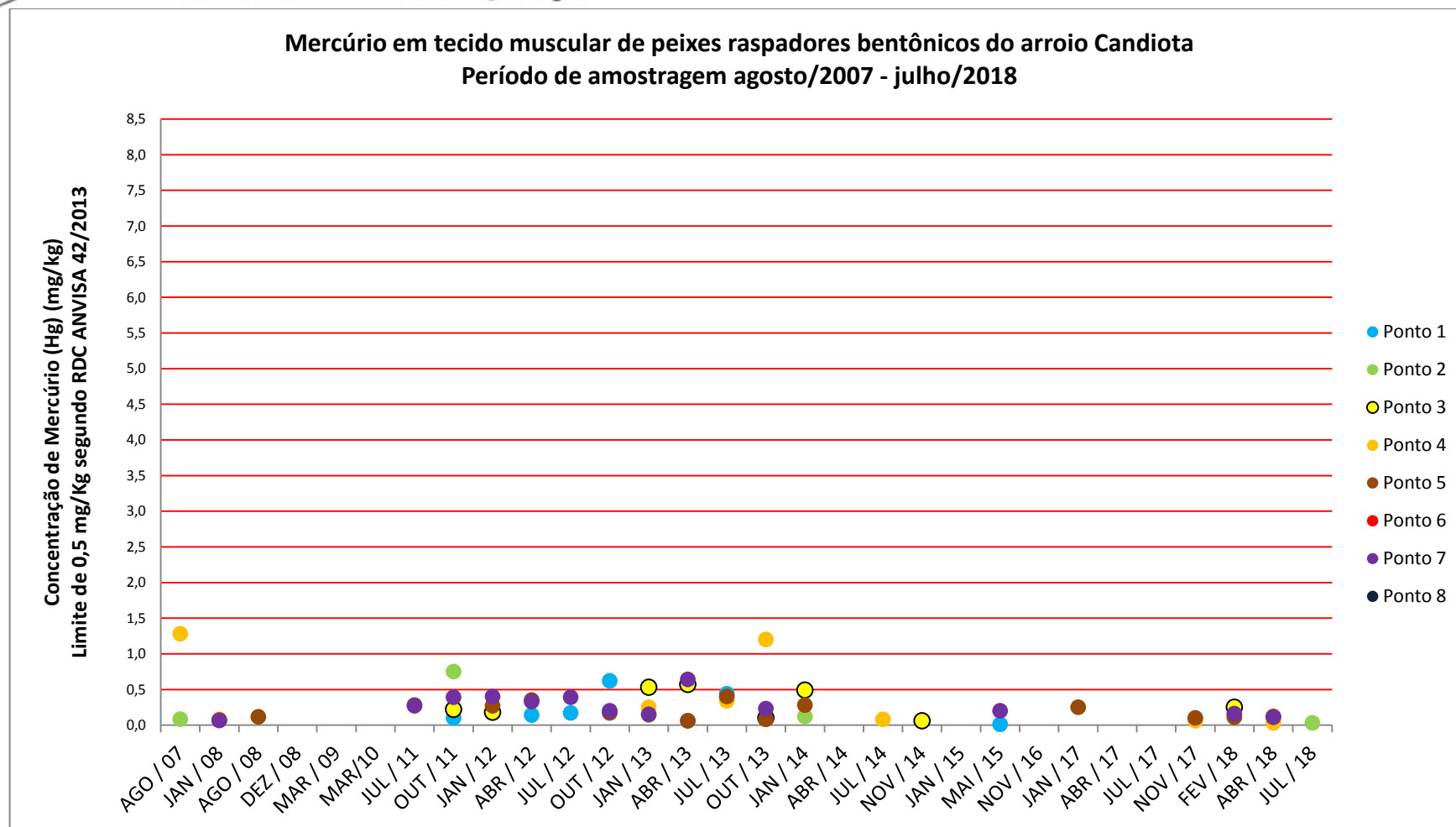


Figura 5.3.5.38 - Concentração de Mercúrio (Hg) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Níquel (Ni)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2017) foram analisadas 367 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,24%), 127 de peixes onívoros (34,60%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,15%) (Tabela 5.3.5.9).

Vinte e sete amostras (7,36%) apresentaram valores detectáveis de Níquel sendo que a maioria desses registros é anterior a 2009. Nenhuma amostra apresentou concentração acima do limite estabelecido no Dec. 55.871/1965.

As figuras 5.3.5.39, 5.3.5.40 e 5.3.5.41 apresentam os gráficos de concentração de Níquel para cada grupo trófico.

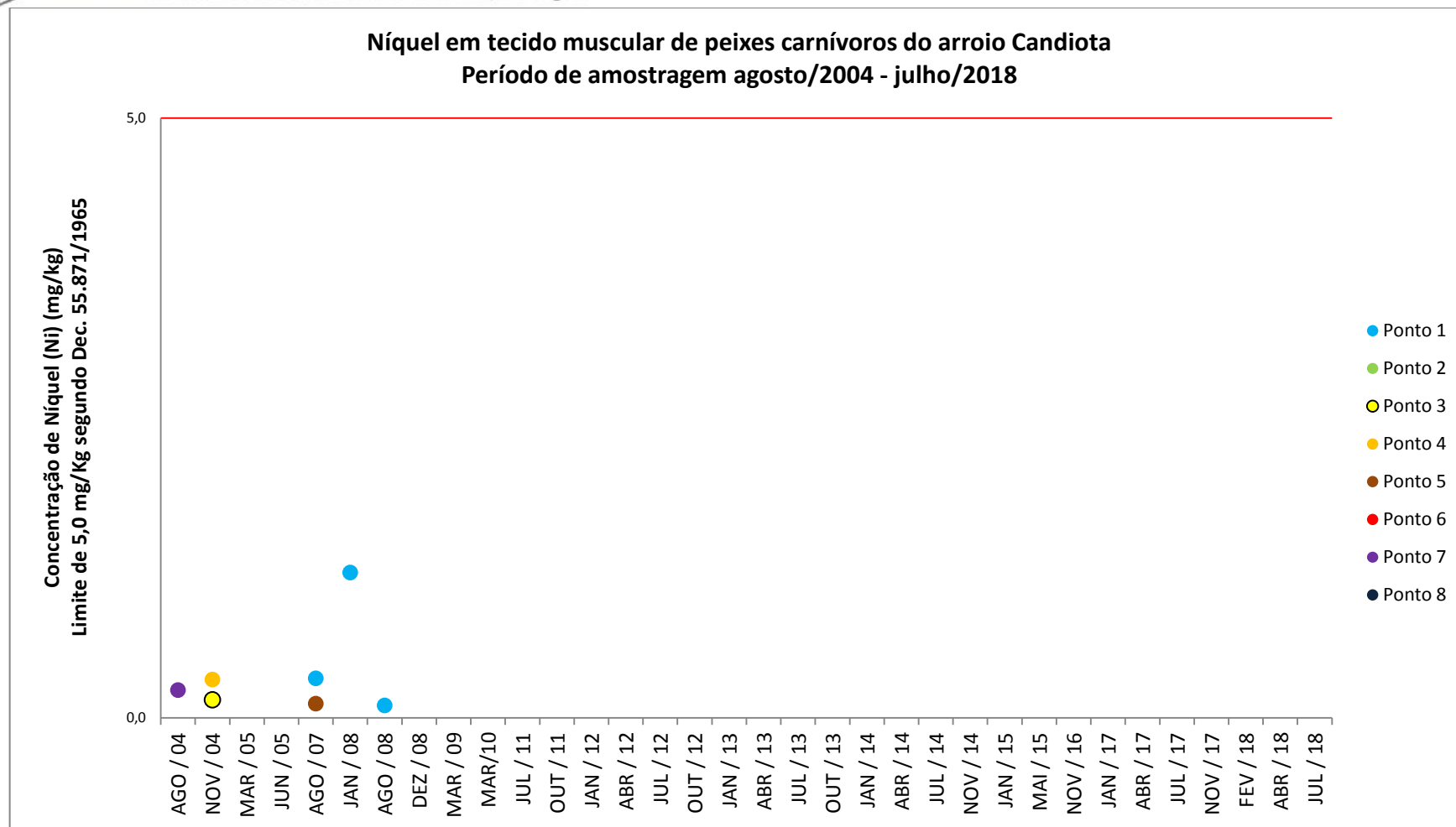


Figura 5.3.5.39 - Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

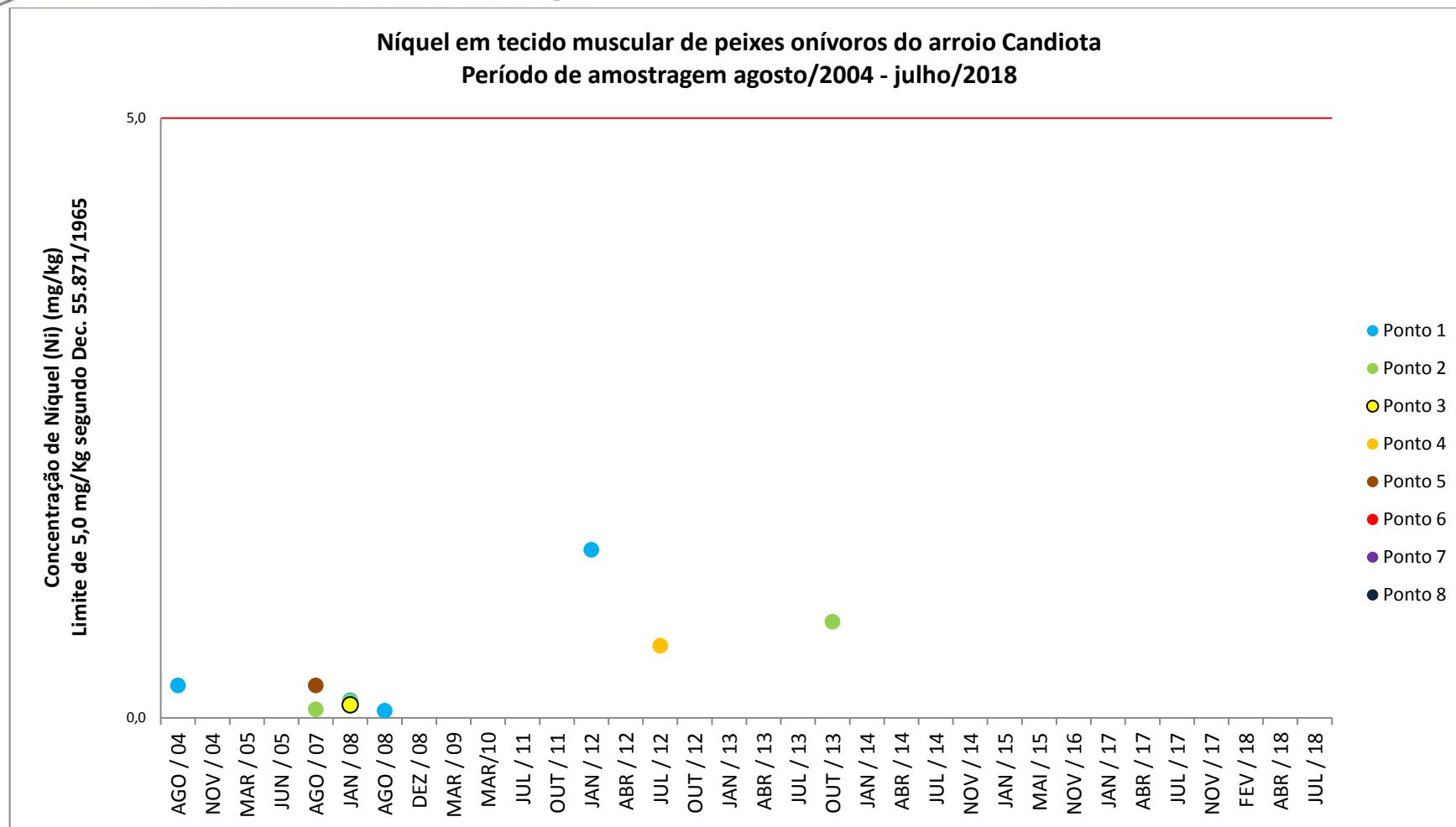


Figura 5.3.5.40 - Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

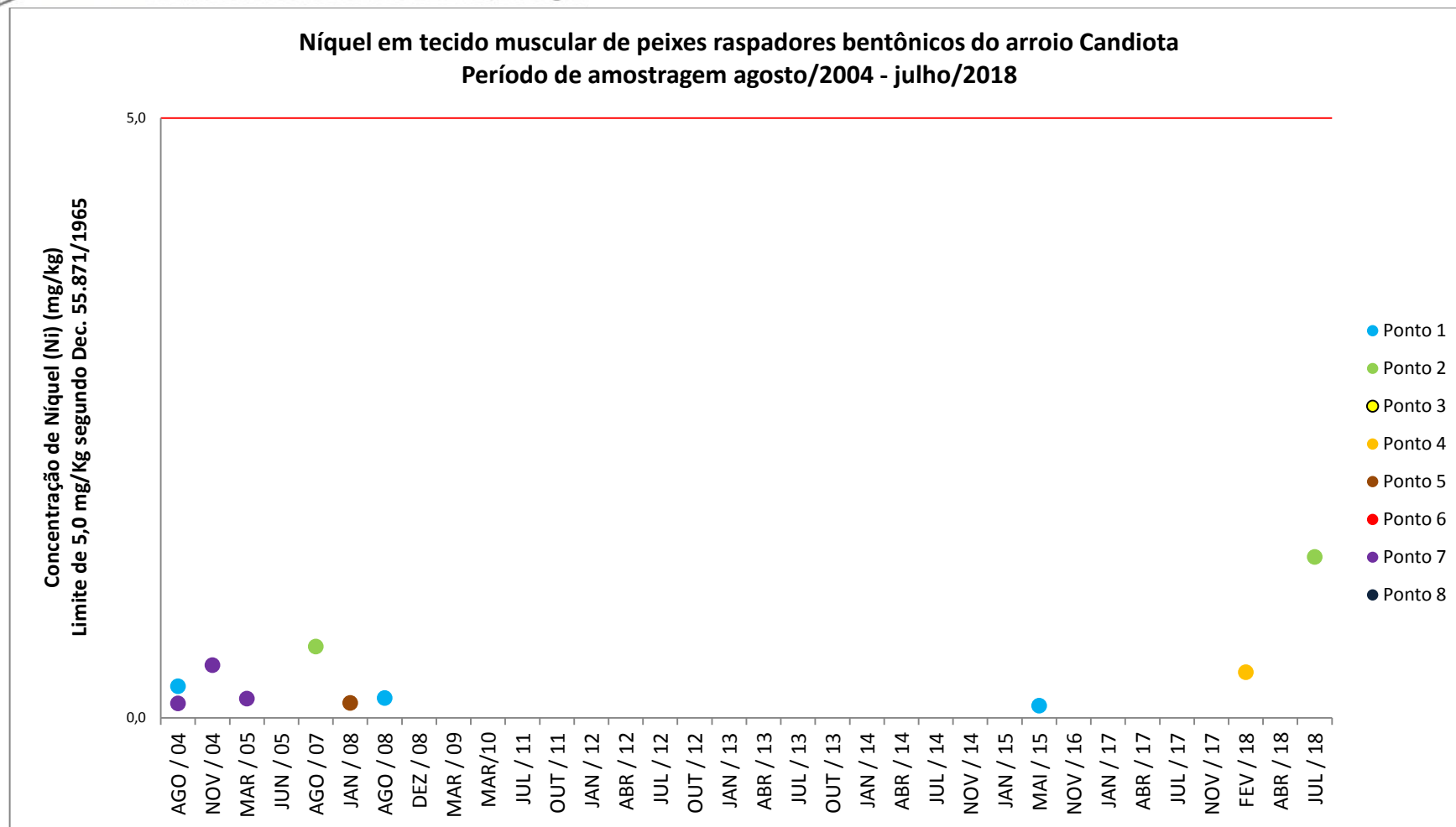


Figura 5.3.5.41 - Concentração de Níquel (Ni) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Zinco (Zn)

Considerando todo o período de monitoramento (agosto/2004 a julho/2017) foram analisadas 366 amostras de tecido de peixes (músculo) das quais 133 de peixes carnívoros (36,34%), 126 de peixes onívoros (34,42%) e 107 de peixes raspadores bentônicos (29,24%) (Tabela 5.3.5.9).

O Zinco é o elemento analisado mais comumente encontrado em peixes de todos os níveis tróficos. Trezentas e trinta e uma amostras (97,81%) apresentaram valores detectáveis de Zinco, das quais, 63 amostras com concentrações acima do limite estabelecido pela RDC ANVISA 42/2013.

Os peixes onívoros, 34,92% apresentaram contaminação acima do limite de referência (44 amostras) (Tabela 5.3.5.16).

Entre as amostras de peixes carnívoros, 12,03% apresentaram níveis de contaminação acima do limite de referência (16 amostras) (Tabela 5.3.5.14). Esse grupo trófico se destaca pelas concentrações extremas de Zinco encontradas (Figura 5.3.5.42). Os peixes raspadores bentônicos registraram apenas três amostras contaminadas (2,80%) (Tabela 5.3.5.16). Amostras de peixes contaminados foram registradas em todos os locais monitorados (Tabela 5.3.5.16 e Figuras 5.3.5.42, 5.3.5.43 e 5.3.5.44).

Tabela 5.3.5.16 - Número de amostras de peixes contaminados com Zinco (Zn) nos locais monitorados no arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Locais monitorados	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	Total
Ponto 1	2	7	1	10
Ponto 2	3	8	1	12
Ponto 3	2	4	0	6
Ponto 4	1	9	1	11
Ponto 5	4	7	0	11
Ponto 6	3	1	0	4
Ponto 7	1	7	0	8
Ponto 8	0	1	0	1
Total	16	44	3	63

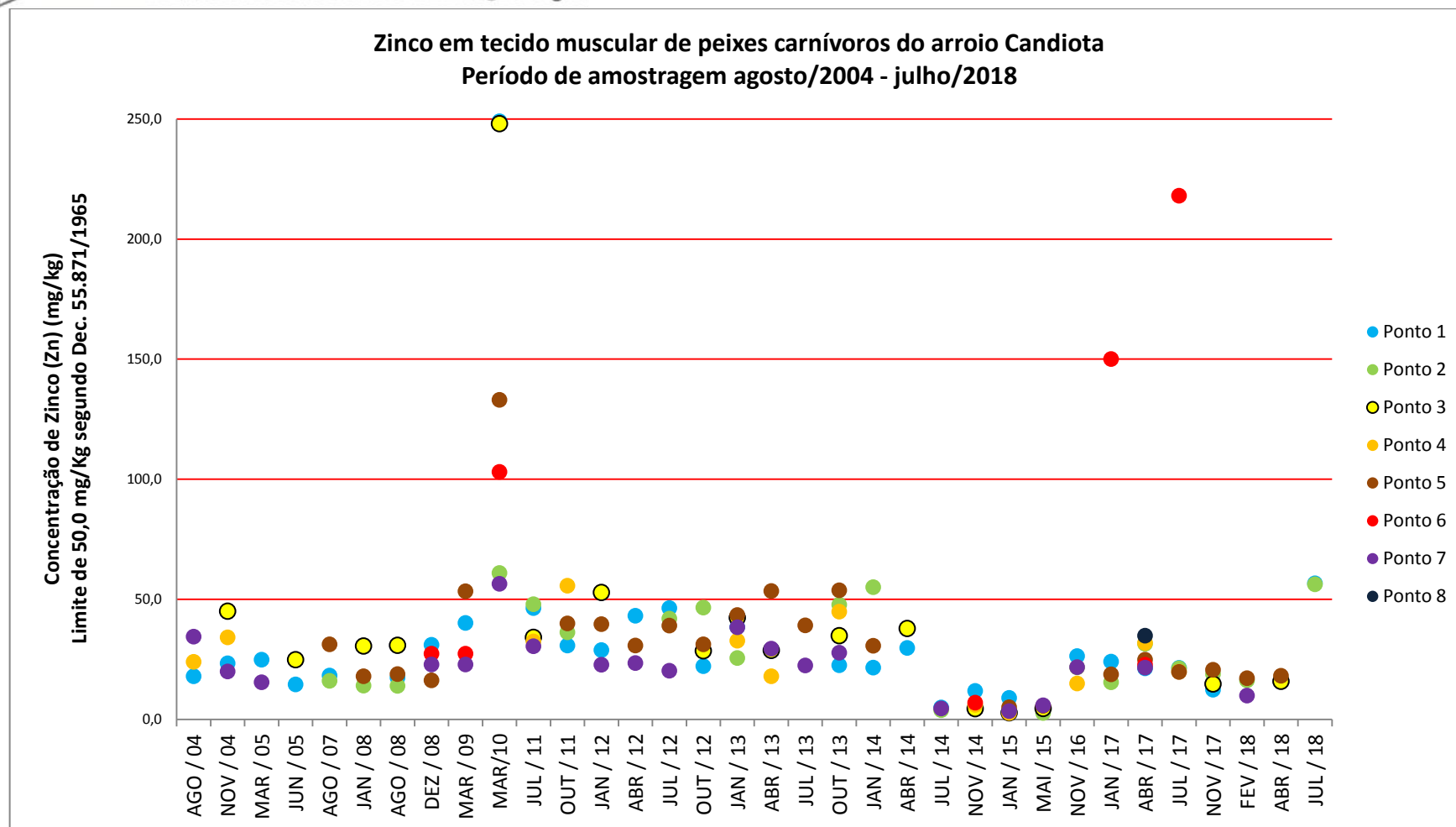


Figura 5.3.5.42 - Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes carnívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

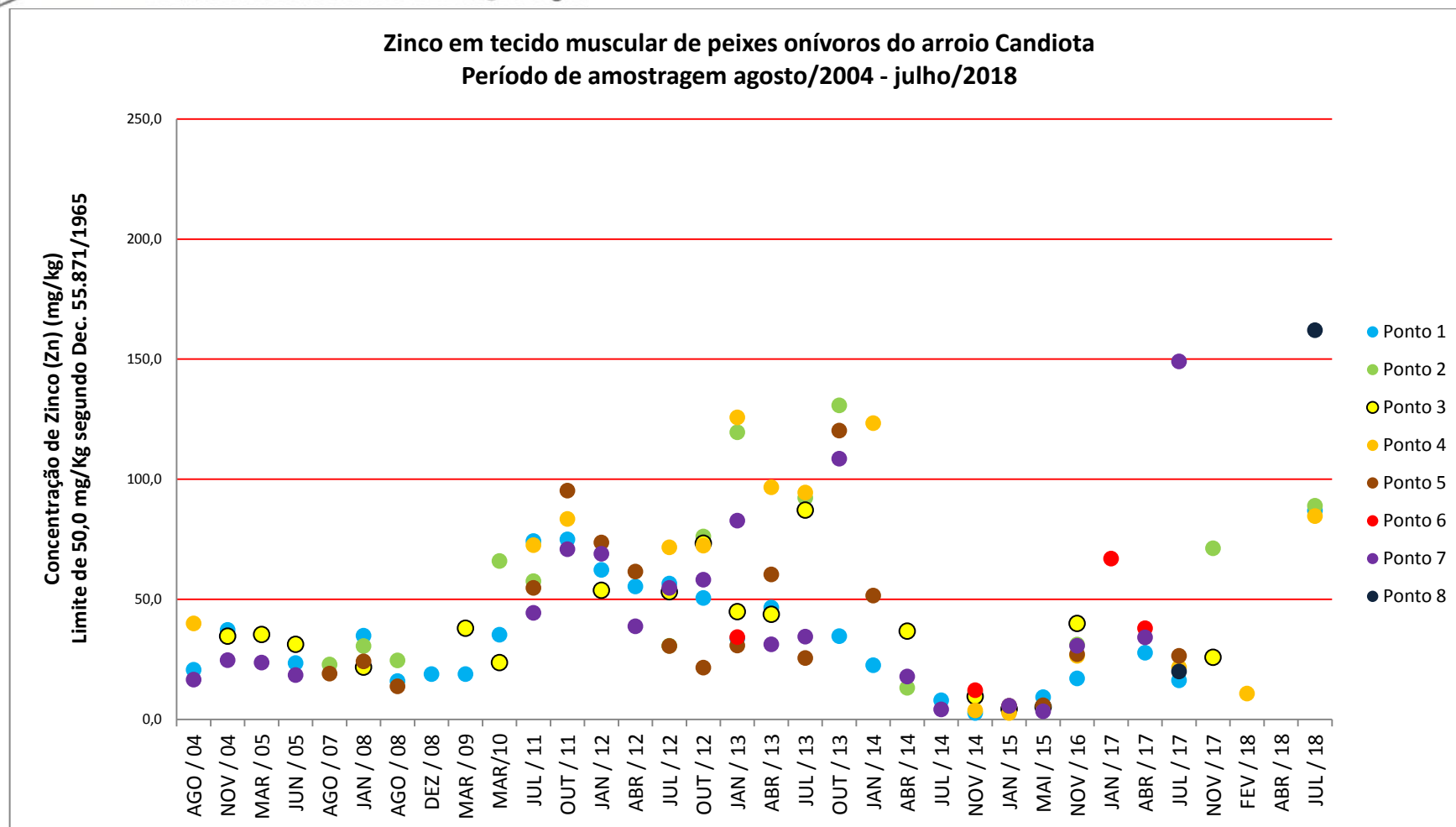


Figura 5.3.5.43 - Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes onívoros do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

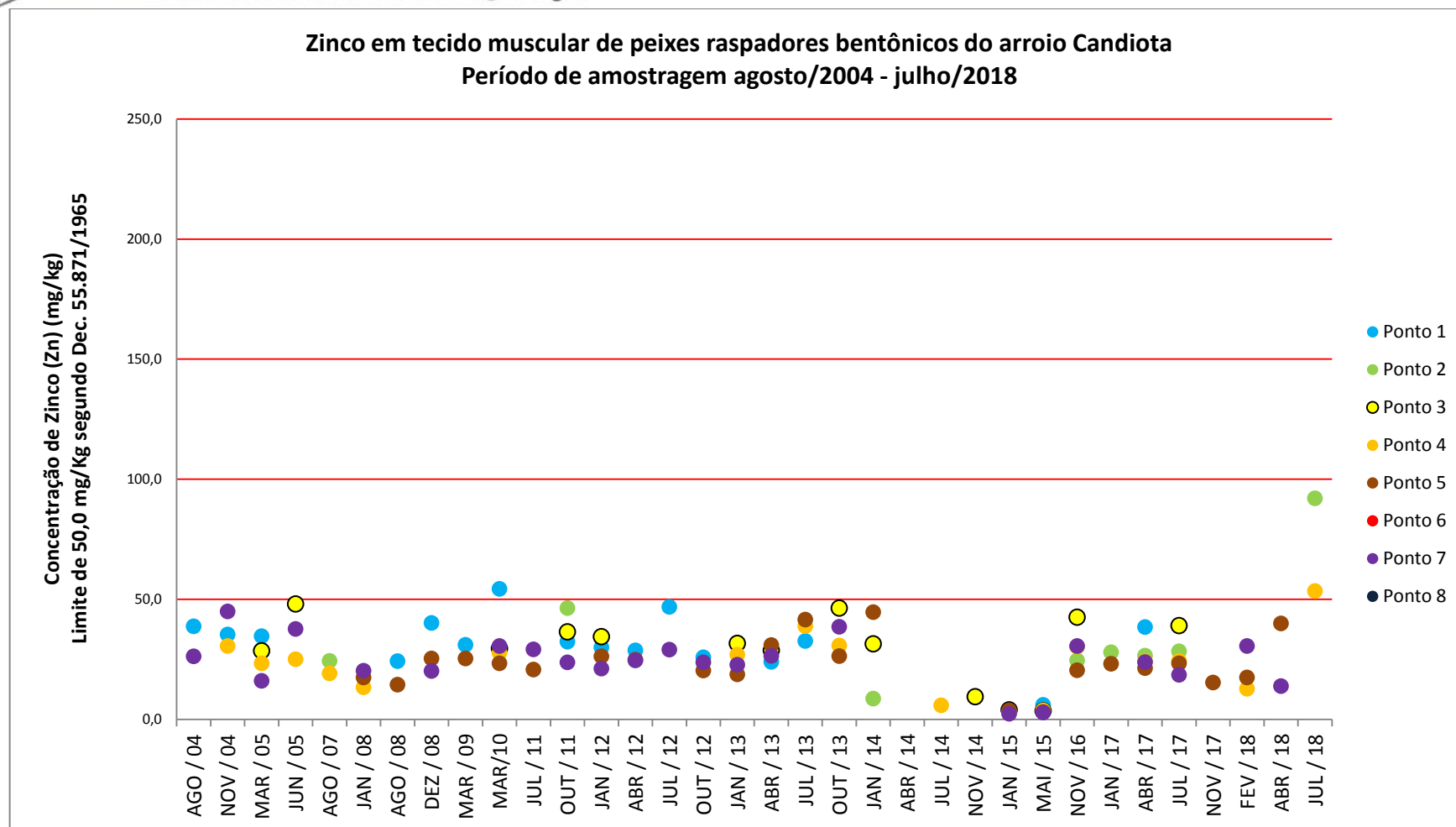


Figura 5.3.5.44 - Concentração de Zinco (Zn) em músculo de peixes raspadores bentônicos do arroio Candiota na rede de monitoramento da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.



Todos os elementos analisados foram registrados em níveis detectáveis nos três grupos tróficos estudados (Tabela 5.3.5.17).

Os elementos mais frequentemente encontrados nas amostras analisadas foram o Zinco (97,81%), o Manganês (82,73%), o Mercúrio (77,60%), e o Cobre (51,77%) (Tabela 5.3.5.9).

O registro seguem sendo feitos regularmente desde o início do monitoramento (Figuras Zn 5.3.5.42 – 5.3.5.44; Hg 5.3.5.38 – 5.3.5.36; Mn 5.3.5.33 – 5.3.5.35; Cu 5.3.5.27 - 5.3.5.29).

Com relação ao mercúrio (Hg) há uma estruturação de contaminação linear de biomagnificação na cadeia trófica sendo menor nos peixes raspadores bentônicos, intermediária nos onívoros e maior nos peixes carnívoros (Tabela 5.3.5.17).

Com relação ao Zinco, Manganês e Cobre as análises apontam níveis mais críticos de contaminação entre os onívoros (lambaris).

Os resultados obtidos no período 2017/2018 mostram um cenário distinto em relação ao Cobre (Cu) daquele observado no período 2016/2017, com a redução da frequência e concentração de valores detectáveis em todos os níveis tróficos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.17 - Frequência de amostras com concentrações detectáveis e contaminadas acima do nível de segurança dos elementos analisados nos níveis tróficos empregados no monitoramento do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Elementos	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos	carnívoros	onívoros	raspadores bentônicos
	detectável			contaminado		
Arsênio (Ar)	14,75%	11,40%	30,85%	1,64%	0,00%	22,34%
Cádmio (Ca)	3,01%	3,15%	6,54%	0,75%	1,57%	0,93%
Chumbo (Pb)	11,28%	11,02%	13,08%	3,01%	3,94%	1,87%
Cobre (Cu)	50,38%	50,39%	55,14%	0,00%	0,79%	0,00%
Cromo (Cr)	19,55%	21,26%	23,36%	13,53%	14,17%	14,95%
Manganês (Mn)	75,41%	93,86%	78,72%	15,57%	43,86%	36,17%
Mercúrio (Hg)	83,33%	79,09%	67,86%	55,26%	20,91%	8,33%
Níquel (Ni)	5,26%	7,87%	9,35%	0,00%	0,00%	0,00%
Zinco (Zn)	99,25%	97,62%	96,26%	12,03%	34,92%	2,80%

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.***

Outra questão que deve ser melhor analisada pelo órgão ambiental é que a região de estudo é a porção superior da bacia hidrográfica do rio Jaguarão e o arroio Candiota é um importante afluente formador desse rio que escoar suas águas, na foz, junto a Lagoa Mirim. De acordo com Pieve e colaboradores (2009) em Jaguarão, existem duas organizações de pescadores, a Colônia de Pescadores Z-25 (66,7%) e o Sindicato dos Pescadores (26,6%) e 6,7% dos pescadores declararam não fazer parte de nenhuma dessas organizações. Em Jaguarão 79,7% dos entrevistados vivem exclusivamente da pesca enquanto os outros aproximadamente 20% dividem suas fontes de renda entre atividades formal e informalmente realizadas como funcionalismo público, carpintaria, pintura e limpeza de



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

casas ou aposentadoria (Pieve *et al.*, 2009). ***Os dados encontrados no monitoramento abrem questionamento para a possibilidade de propagação da contaminação encontrada no arroio Candiota para as porções de jusante, no rio Jaguarão onde existe a atividade de pesca comercial e de subsistência.***

As tabelas 5.3.5.18 a 5.3.5.42 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.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.18 - 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.

Tecido Muscular	Mês	Ponto	Espécie	Papel trófico	Elementos traço analisados					
					Cadmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Zinco (Zn)
	Ago 2004	1		<i>Hypostomus commersoni</i>	raspador bentônico	0,01	0,217	2,17	0,354	0,262
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 commersonni</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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

	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
Tecido Hepático	Mês	Ponto	Espécie	Papel trófico	Elementos traço analisados					
					Cadmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Zinco (Zn)
	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</i> cf <i>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	*	*	*	*	*	*
		5	<i>Hoplias malabaricus</i>	carnívoro	0,437	ND	11	0,149	ND	322
	Mar	1	<i>Rineloricaria strigilata</i>	raspador bentônico	*	*	*	*	*	*



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

	2005	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	*	*	*	*	*	*	
Valor de referência (Bowen, 1979)				0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,1 – 4	9 - 80	

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.19 - 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	Mercúrio	Níquel	Zinco
	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>	casudo	raspador bentônico	ND	ND	0,19	0,83	0,36	1,61	0,082	0,593	24,3
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casudinho 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
	Pto	Espécie	Nome Comum	Papel Trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	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>	casudo	raspador bentônico	2,08	0,78	ND	16,1	ND	10,4	ND	0,584	107
	4	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	casudinho 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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.20 - 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	Mercúrio	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>	casquito	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>	casquito	raspador bentônico	ND	ND	0,14	0,33	0,08	8,02	0,067	0,123	17,4
Tecido Hepático	7	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	2,96	ND	0,1	0,55	0,09	5,16	0,065	ND	20,2
	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>	casquito	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
Valor de referência (Bowen, 1979)	5	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	0,7	0,38	0,36	131	0,4	474	0,066	3,44	90,3
					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.21 - 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.

Hepatito de peixes na bacia hidrográfica do rio São João, área de influência da OTE Presidente Dutra/ São João/ 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>	casquito	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>	casquinho 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>	casquito	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>	lambari	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>	casquinho viola	raspador bentônico	ND	0,11	0,05	11,6	0,01	8,69	0,055	0,065	51,3
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.22 - 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
	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>	cascudo	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>	cascudo 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>	cascudo 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>	cascudo	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>	cascudo 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>	cascudo viola	raspador bentônico	ND	0,83	ND	486	ND	31,5	ND	ND	75,7
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.23 - 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.

Análise de peixes na Bacia hidrográfica do rio São João, área de influência da CTE Presidente Médici, São João, RO.													
Tecido Muscular	Ponto	Espécie	Nome Comum	Nível trófico	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	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>Loricariichthys 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	Mercúrio	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>Loricariichthys 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>Loricariichthys anus</i>	casquito viola	raspador bentônico	ND	0,829	ND	486	ND	31,5	ND	ND	75,7	
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.24. 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.

Tecido muscular	Ponto	Espécie	Nome comum	Nível trófico	N	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
	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
Tecido hepático	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
	Ponto	Espécie		Papel trófico	N	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
	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
Tecido hepático	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
	Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.25 - 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.
				LOQ	0,5	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>	casudo	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.26 - 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.
				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>	casco	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>	casco	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.27 - 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.
				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>	casado	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>	casado	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>Loricichthys 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>Loricichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-63175-12	ND	ND	ND	0,5	ND	0,7	0,4	ND	21,1
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.28 - 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	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	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>	casquito	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>	casquito	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.29 - 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	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	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-71607-12	0,8	<0,5	<0,5	1,5	ND	4,5	0,65	<0,5	56,5
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71608-12	0,8	<0,5	<0,5	1,6	ND	3,7	2,24	<0,5	46,3
	<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	46,8
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	30,6
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71610-12	0,6	<0,5	<0,5	1	ND	1,3	8,24	<0,5	41,9
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	53,1
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	71,6
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	30,5
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-71614-12	0,8	<0,5	ND	0,8	ND	2,2	4,05	<0,5	39
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	54,7
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-71617-12	0,7	<0,5	ND	0,6	ND	1,6	1,49	<0,5	20,2
	<i>Loricariichthys anus</i>	viola	raspador bentônico	BQ-71618-12	0,6	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	1,1	0,39	<0,5	29
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.30 - 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.
				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 sp.</i>	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 sp.</i>	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>	casado	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>	casado	raspador bentônico	BQ-76528/12	5,2	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,20	ND	23,7
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.31 - 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/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 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											
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-84334/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,7	3,08	<0,5	38,4
	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca											
	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-84333/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	10,2	0,25	<0,5	33,6
P2	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casco	raspador bentônico	BQ-84336/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	ND	11,1	0,14	<0,5	31,8
	<i>Gymnogeophagus labiatus</i>	cará	onívoro	BQ-84338/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	54,1	0,36	<0,5	119,5
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-84337/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	3,1	1,30	<0,5	25,5
P3	<i>Astyanax sp.2</i>	lambari	onívoro	BQ-84331/13	ND	<0,5	ND	<2,5	22,9	2,9	0,37	<0,5	44,8
	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-84329/13	<2,5	<0,5	ND	<2,5	<0,5	2,7	2,40	<0,5	42,3
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola	raspador bentônico	BQ-84330/13	ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	<2,5	0,53	<0,5	31,6
P4	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	carnívoro	BQ-84349/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,20	<0,5	32,7
	<i>Crenicichla punctata</i>	joana											
	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casco	raspador bentônico	BQ-84347/13	4	<0,5	ND	<2,5	<0,5	<2,5	0,25	<0,5	26,9
	<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	viola											
	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	BQ-84348/13	ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	9,5	0,31	<0,5	125,7
	<i>Astyanax sp.1</i>	lambari											
P5	<i>Hypostomus comersonii</i>	casco	raspador bentônico	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											
	<i>Astyanax sp.2</i>	lambari	onívoro	BQ-84340/13	ND	<0,5	<2,5	<2,5	<0,5	8,0	0,22	<0,5	30,7
	<i>Gymnogeophagus gymnogenys</i>	cará											
	<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
	<i>Crenicichla punctata</i>	joana											



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

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
	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-84342/13	ND	<0,5	ND	<2,5	<0,5	4,6	0,21	<0,5	20,9
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>	casudo	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											
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.32 - 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	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>Hypostomus commersoni</i>	casudo	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>	casudo	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.33 - 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.
				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>	casquito	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.34 - 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	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.
				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>	cascudo	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>	cascudo	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>	cascudo	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.35 - 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	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>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>	casquito	herbívoros	BQ-106131/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	4,8	0,12	<0,5	8,6
P3	<i>Rineloricaria</i> sp.	casquito	herbívoros	BQ-106134/14	<2,5	<0,5	<2,5	ND	<0,5	8,0	0,49	<0,5	31,4
P4	<i>Astyanax</i> sp.	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</i> sp.	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	herbívoros	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.36 - 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	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>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</i> sp.	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</i> sp.	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.37 - 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	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>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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.38 - 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.
				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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.39 - 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	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>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>	cascudo	herbívoro	BQ-127028/15	ND	ND	<0,5	<0,5	ND	0,8	ND	<0,1	3,9
P4	<i>Cyphocharax voga</i>	biru	onívoro	BQ-127021/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,6	<0,01	<0,1	2,6
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-127026/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	<0,1	2,6
	<i>Rineloricaria</i> sp.	viola	herbívoro	BQ-127030/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,9	ND	<0,1	3,0
P5	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	BQ-127023/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,6	ND	<0,1	5,0
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-127018/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,7	<0,01	<0,1	5,6
	<i>Loricariichthys anus</i>	cascudo	herbívoro	BQ-127024/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	<0,01	<0,1	3,7
P7	<i>Hypostomus commersonii</i>	cascudo	herbívoro	BQ-127029/15	ND	ND	<0,5	<0,5	ND	0,5	ND	<0,1	2,3
	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	BQ-127019/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	0,6	ND	<0,1	5,6
	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	BQ-127027/15	ND	ND	ND	<0,5	ND	<0,5	ND	<0,1	3,4
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.40 - 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	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
Valor de referência (Bowen, 1979)					0,2 – 10	0,1 – 3	0,001 - 15	0,7 – 15	0,03 – 2	0,3 – 4,6	0,4	0,1 – 4	9 - 80

*Valores grifados apontam concentrações acima da referência adotada nesse trabalho.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.41 - Valores das concentrações de elementos-traço registrados nas amostragens conduzidas em nov/2016, jan/2017, abr/2017 e julho/2017 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Data	Especie	Nome popular	Grupo funcional	Relatório de análise	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
5	10/07/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14652/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	11,20	54,30	3,80		< 0,5	26,40
5	10/07/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14654/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,90	< 1,5	1,90	< 0,08	< 0,5	23,30
5	10/07/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14655/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	8,20	< 1,5	1,50	0,35	< 0,5	19,70
3	24/07/2017	<i>Rineloricaria cadae</i>	casudo	raspadores bentônicos	14656/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	21,90	< 1,5	5,10		< 0,5	39,00
2	23/07/2017	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspadores bentônicos	14658/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,70	< 1,5	5,20		< 0,5	28,30
2	23/07/2017	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá	carnívoro	14660/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	10,60	< 1,5	< 0,5		< 0,5	21,20
7	22/07/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14661/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,50	< 1,5	< 0,5		< 0,5	18,50
7	22/07/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14662/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	9,50	< 1,5	4,50		< 0,5	19,90
1	24/07/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14663/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,60	< 1,5	2,30		< 0,5	16,20
1	24/07/2017	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	peixe cachorro	carnívoro	14664/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,70	< 1,5	2,00	1,33	< 0,5	21,40
4	23/07/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14665/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,00	< 1,5	5,70		< 0,5	21,60
4	23/07/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	peixe cachorro	carnívoro	14666/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,60	4,10	1,20		< 0,5	19,80
4	23/07/2017	<i>Hypostomus punctulatus</i>	casudo	raspadores bentônicos	14669/2017-1.0	3,60	< 0,25	< 1	8,10	< 1,5	1,60		< 0,5	24,30
8	24/07/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14670/2017-1.0	< 1	< 0,25	1,20	10,80	< 1,5	1,90		< 0,5	29,60
8	24/07/2017	<i>Australoherus sp.</i>	lambari	onívoro	14671/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	13,20	< 1,5	1,30		< 0,5	42,60
6	23/07/2017	<i>Hyphessobrycon luetkaenii</i>	lambari	onívoro	14672/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	9,10	< 1,5	125,00	0,28	< 0,5	149,00
6	23/07/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14673/2017-1.0	1,90	< 0,25	< 1	14,90	< 1,5	79,90		< 0,5	218,00
1	25/01/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	peixe cachorro	carnívoro	14674/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,20	< 1,5	2,20	3,21	< 0,5	24,00
6	26/01/2017	<i>Astyanax jacuhiensis</i>	lambari	onívoro	14676/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	31,70	< 1,5	3,20		< 0,5	66,90
6	25/01/2017	<i>Crenicichla punctata</i>	joana	carnívoro	14677/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	9,00	< 1,5	153,00	0,26	< 0,5	150,00
5	26/01/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14678/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,60	< 1,5	1,10	0,72	< 0,5	18,70
5	26/01/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14679/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	6,90	< 1,5	1,00	0,25	< 0,5	23,10
2	26/01/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	peixe cachorro	carnívoro	14680/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,50	< 1,5	1,50		< 0,5	15,40
2	26/01/2017	<i>Hypostomus punctulatus</i>	casudo	raspadores bentônicos	14681/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,90	< 1,5	16,50	< 0,08	< 0,5	27,90
3	10/11/2016	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspadores bentônicos	14682/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	8,30	< 1,5	9,50		< 0,5	42,50
3	10/11/2016	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14683/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	15,60	< 1,5	2,10		< 0,5	39,90
4	10/11/2016	<i>Hypostomus punctulatus</i>	casudo	raspadores bentônicos	14684/2017-1.0	3,00	< 0,25	< 1	10,30	< 1,5	2,80		< 0,5	30,20



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Ponto	Data	Especie	Nome popular	Grupo funcional	Relatório de análise	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
5	11/11/2016	<i>Trachelyopterus lucenai</i>	porrudo	onívoro	14685/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	14,20	< 1,5	1,60		< 0,5	27,10
5	11/11/2016	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14686/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,20	< 1,5	1,30		< 0,5	20,40
4	10/11/2016	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14687/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	10,60	< 1,5	2,10		< 0,5	26,40
4	10/11/2016	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14688/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,80	< 1,5	1,40		< 0,5	14,90
7	11/11/2016	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14689/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	24,40	< 1,5	7,40		< 0,5	30,60
7	11/11/2016	<i>Oligosarcus robustus</i>	peixe cachorro	carnívoro	14690/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,80	< 1,5	2,70	2,70	< 0,5	21,70
7	11/11/2016	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspadores bentônicos	14691/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	15,00	< 1,5	2,80		< 0,5	30,50
2	10/11/2016	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14692/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	14,50	< 1,5	3,80		< 0,5	31,10
2	10/11/2016	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14693/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,30	< 1,5	5,60		< 0,5	21,60
2	10/11/2016	<i>Hypostomus punctulatus</i>	casudo	raspadores bentônicos	14694/2017-1.0	2,60	< 0,25	< 1	19,90	60,00	2,00		< 0,5	24,50
1	11/11/2016	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14695/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	6,40	< 1,5	2,40	0,61	< 0,5	17,00
1	11/11/2016	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14696/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	6,80	< 1,5	< 0,5	0,74	< 0,5	26,30
2	27/04/2017	<i>Crenicichla punctata</i>	joana	carnívoro	14698/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	10,50	< 1,5	< 0,5		< 0,5	31,40
2	27/04/2017	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspadores bentônicos	14699/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	9,70	< 1,5	25,20		< 0,5	26,50
4	27/04/2017	<i>Hypostomus commersoni</i>	casudo	raspadores bentônicos	14701/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	9,00	< 1,5	50,30		< 0,5	24,10
4	27/04/2017	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá	carnívoro	14702/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	8,90	< 1,5	1,30		< 0,5	31,80
1	29/04/2017	<i>Rineloricaria cadae</i>	casudo	raspadores bentônicos	14704/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	24,40	< 1,5	14,20		< 0,5	38,40
1	29/04/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14705/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	13,40	< 1,5	3,20		< 0,5	27,70
1	29/04/2017	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	peixe cachorro	carnívoro	14707/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,60	< 1,5	1,10	1,40	< 0,5	21,20
8	27/04/2017	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	peixe cachorro	carnívoro	14708/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	23,60	< 1,5	< 0,5		< 0,5	34,80
8	27/04/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14710/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	12,60	< 1,5	1,40		< 0,5	31,70
8	27/04/2017	<i>Australoherus sp.</i>	lambari	onívoro	14711/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	14,20	< 1,5	1,40		< 0,5	34,10
6	28/04/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14712/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	15,60	< 1,5	3,10		< 0,5	22,70
6	28/04/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	14713/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	22,80	< 1,5	2,10		< 0,5	37,90
7	28/04/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	peixe cachorro	carnívoro	14715/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	13,20	< 1,5	< 0,5		< 0,5	21,50
7	28/04/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14717/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,40	< 1,5	< 0,5		< 0,5	23,80
5	28/04/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo viola	raspadores bentônicos	14718/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	7,20	< 1,5	2,00	< 0,08	< 0,5	21,30
5	28/04/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	14720/2017-1.0	< 1	< 0,25	< 1	6,70	< 1,5	< 0,5		< 0,5	24,80

Método Analítico SW846-USEPA 3050B:1996 / SW846-USEPA 6010C:2007: (As, Cd, Pb, Cu, Cr, Mn, Ni e Zn)

Método Analítico SW846-USEPA 7471B:1994: (Hg).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 5.3.5.42 - Valores das concentrações de elementos-traço registrados nas amostragens conduzidas em nov/2017, jan/2018, abr/2018 e julho/2018 no tecido muscular de peixes na bacia hidrográfica do arroio Candiota, área de influência da UTE Presidente Médici, Candiota, RS.

Ponto	Data	Especie	Nome popular	Grupo funcional	Relatório de análise	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
P1	nov/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	11280	< 0,35	< 0,06	1,22	< 0,6	< 0,29	1,41	2,12	< 0,14	12,30
P1	nov/2017	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	11281	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,48	NA	NA
P2	nov/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11309	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,30	1,63	0,83	< 0,14	18,80
P2	nov/2017	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	11305	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,54	18,20	0,10	< 0,14	71,20
P3	nov/2017	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	11274	0,69	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,32	1,59	1,36	< 0,14	14,70
P3	nov/2017	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	11273	0,47	< 0,06	< 0,37	0,72	< 0,29	4,75	0,15	< 0,14	25,80
P3	nov/2017	<i>Rhamdella sp.</i>	jundiá	onívoro	11275	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,17	NA	NA
P4	nov/2017	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	11293	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,42	NA	NA
P4	nov/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11292	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,32	NA	NA
P4	nov/2017	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	raspador bentônico	11290	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,06	NA	NA
P5	nov/2017	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11294	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	1,05	0,54	< 0,14	20,60
P5	nov/2017	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11298	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,16	NA	NA
P5	nov/2017	<i>Loricariichthys anus</i>	casudo	raspador bentônico	11295	0,39	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	1,89	0,10	< 0,14	15,30
P8	nov/2017	<i>Astyanax laticeps</i>	lambari	onívoro	11271	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,14	NA	NA
P8	nov/2017	<i>Australoheros sp.</i>	cará	onívoro	11267	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI
P8	nov/2017	<i>Crenicichla lepidota</i>	joana	onívoro	11272	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,16	NA	NA
P1	fev/2018	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	11338	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,30	NA	NA
P2	fev/2018	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11336	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,31	1,85	0,49	< 0,14	16,20
P2	fev/2018	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11333	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,39	NA	NA
P3	fev/2018	<i>Oligosarcus jenynsii</i>	branca	carnívoro	11326	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,25	NA	NA
P3	fev/2018	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11320	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,06	NA	NA
P3	fev/2018	<i>Rineloricaria strigilata</i>	casudo	raspador bentônico	11323	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,25	NA	NA
P4	fev/2018	<i>Pimelodus pintado</i>	pintado	onívoro	11311	0,40	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,31	0,85	0,67	< 0,14	10,70
P4	fev/2018	<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá	onívoro	11312	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	0,46	0,82	< 0,14	14,00
P4	fev/2018	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casudo	raspador bentônico	11316	2,28	< 0,06	< 0,37	0,74	0,42	14,60	0,13	0,38	12,70



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

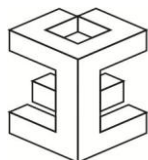
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Ponto	Data	Especie	Nome popular	Grupo funcional	Relatório de análise	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Manganês	Mercúrio	Níquel	Zinco
P5	fev/2018	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11299	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	1,51	0,55	< 0,14	17,10
P5	fev/2018	<i>Loricariichthys anus</i>	casquito	raspador bentônico	11302	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,39	0,86	0,11	< 0,14	17,40
P7	fev/2018	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	11328	0,55	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	0,99	1,13	< 0,14	9,85
P7	fev/2018	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	11331	3,23	< 0,06	< 0,37	1,28	0,32	1,35	0,16	< 0,14	30,50
P8	fev/2018	<i>Astyanax laticeps</i>	lambari	onívoro	11318	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,11	NA	NA
P2	abr/2018	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11286	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	4,42	1,28	< 0,14	16,80
P2	abr/2018	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11288	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,59	NA	NA
P3	abr/2018	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	11277	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	0,34	1,16	1,45	< 0,14	15,80
P3	abr/2018	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11278	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,17	NA	NA
P3	abr/2018	<i>Hypostomus commersoni</i>	casquito	raspador bentônico	11276	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI
P4	abr/2018	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	onívoro	11284	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,25	NA	NA
P4	abr/2018	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	11285	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,03	NA	NA
P5	abr/2018	<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	carnívoro	11283	< 0,35	< 0,06	0,37	< 0,6	< 0,29	1,70	0,56	< 0,14	18,10
P5	abr/2018	<i>Loricariichthys anus</i>	casquito	raspador bentônico	11282	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	1,33	0,12	< 0,14	39,90
P7	abr/2018	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	11279	2,58	< 0,06	< 0,37	< 0,6	< 0,29	1,05	0,11	< 0,14	13,80
P1	jul/2018	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	12116	< 0,35	< 0,06	0,61	< 0,6	< 0,29	3,16	1,70	< 0,14	56,60
P1	jul/2018	<i>Astyanax dissensus</i>	lambari	onívoro	12115	< 0,35	< 0,06	< 0,37	1,37	0,41	33,40	0,03	< 0,14	86,90
P2	jul/2018	<i>Oligosarcus robustus</i>	branca	carnívoro	12114	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	1,33	4,01	1,59	< 0,14	56,20
P2	jul/2018	<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	onívoro	12112	< 0,35	< 0,06	< 0,37	0,63	0,45	17,80	0,27	< 0,14	88,90
P2	jul/2018	<i>Hemiancistrus punctulatus</i>	casquito	raspador bentônico	12113	8,93	0,32	2,85	4,13	4,59	724,00	0,03	1,34	92,00
P4	jul/2018	<i>Bryconamericus iheringii</i>	lambari	onívoro	12110	< 0,35	< 0,06	< 0,37	1,00	0,62	27,00	0,03	< 0,14	84,60
P4	jul/2018	<i>Rineloricaria strigilata</i>	casquito	raspador bentônico	12109	< 0,35	< 0,06	< 0,37	< 0,6	1,07	25,40	< 0,02	< 0,14	53,40
P8	jul/2018	<i>Bryconamericus iheringii</i>	lambari	onívoro	12111	< 0,35	< 0,06	10,70	1,56	0,67	24,40	< 0,02	< 0,14	162,00

Método Analítico Preparo: EPA 3050B/1996 Determinação: EPA 200.7/2001.



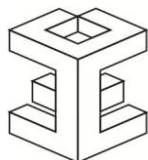
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Referências Bibliográficas

- BOWEN, H.J.M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements.
- 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.
- FONTOURA, N.F.; REIS, R.E.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; MANSUR, M.C.D.; STRECK, C.D.; HOFFMANN, M.A. & TEIXEIRA, E.C. 2004. Efeito da contaminação aquática sobre a riqueza específica e distribuição de fauna em áreas que sofrem influência das atividades do processamento de carvão – Região de Candiota – RS. In: Estudos Ambientais em Candiota: Carvão e seus impactos. Porto Alegre, 2004, p. 143-154.
- PIEVE, S.M.N.; KUBO, R.R. & COELHO-DE-SOUZA, G. 2009. Pescadores da Lagoa Mirim: etnoecologia e resiliência – Brasília : MDA, 2009. 244p.

O compartimento Ictiofauna é de responsabilidade técnica do Biólogo Fábio Silveira Vilella.



6. AMBIENTE TERRESTRE – BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE

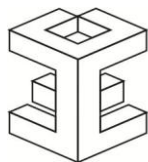
6.1. MONITORAMENTO DA FLORA

Composição florística de comunidades campestres

Introdução

No presente relatório, são apresentados os resultados das atividades de quatro campanhas nas seis propriedades rurais (Estações Amostrais - EAs) previstas no projeto. As campanhas foram realizadas nos meses de novembro de 2017 (campanha de primavera), fevereiro de 2018 (campanha de verão), maio de 2018 (campanha de outono) e julho/agosto de 2018 (campanha de inverno), quando foram amostradas as comunidades vegetais campestres, tendo por objetivos:

- ▶ analisar a composição florística, incluindo espécies exóticas;
- ▶ identificar a presença de espécies ameaçadas de extinção, exóticas e invasoras.
- ▶ verificar a ocorrência de alterações na vegetação em decorrência de ações antrópicas, especialmente aquelas possivelmente relacionadas às atividades da CGTEE em Candiota/RS;
- ▶ comparar as EAs mediante emprego do Índice de Diversidade de Simpson e de Análise de Coordenadas Principais (PCoA).
- ▶ estabelecer uma classificação das EAs por meio de uma ponderação de fatores como: riqueza de espécies; presença de espécies invasoras; presença de espécies arbustivas e do tipo de manejo empregado em cada EA.



Métodos e Distribuição das Estações Amostrais

Amostragem

Foram efetuados levantamentos florísticos nas seis EAs previstas no projeto: EA1 (Fazenda Serra do Veleda), EA2 (Fazenda Três Lagoas), EA3 (Fazenda Candiota), EA4 (Chácara Santa Clara), EA5 (Fazenda Santa Rita) e EA6 (Fazenda Amor de Mãe). A EA1, situada no município de Pinheiro Machado, é a estação de referência, as demais EAs localizam-se no município de Candiota.

Foram realizadas quatro campanhas anuais, a saber: primavera; verão; outono e inverno. A sazonalidade pretendida à amostragem da vegetação busca refletir as variações da cobertura vegetal em cada estação do ano. Por este motivo, a escolha das datas de amostragem recai no período central de cada estação, para que o crescimento e o comportamento da vegetação representem apropriadamente a estação amostrada.

Os inventários foram realizados empregando a técnica de parcelas de 0,25 m², distribuídas alternadamente ao longo de um transecto disposto na área de campo amostrada (Figura 6.1.1). Em cada uma das EAs, utilizaram-se 38 parcelas (Figura 6.1.2).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

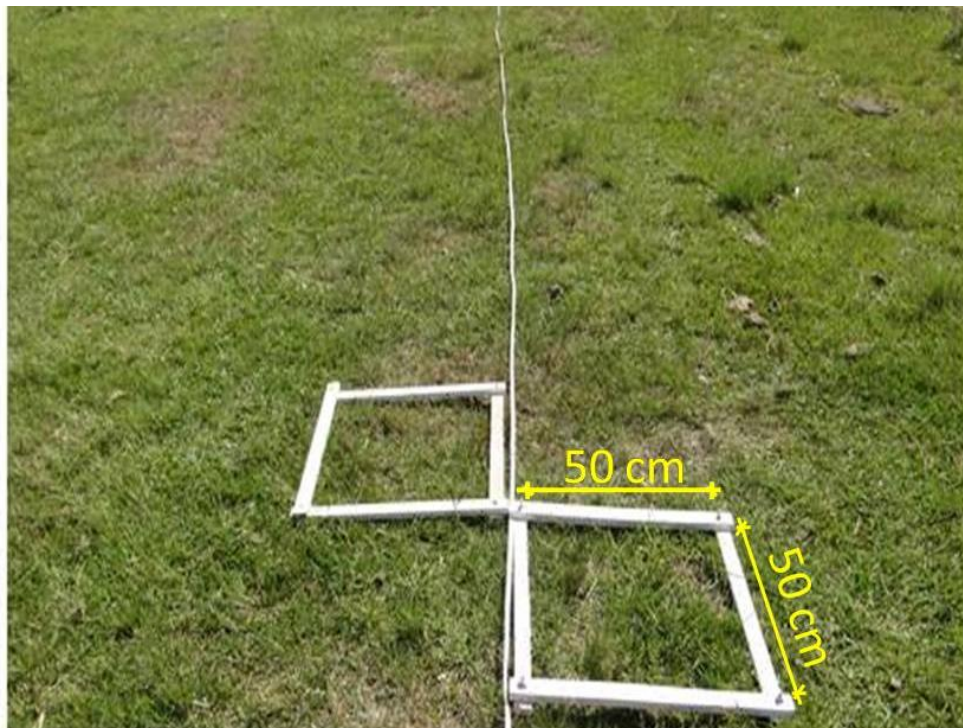


Figura 6.1.1 - Parcelas amostrais em uma área de campo.

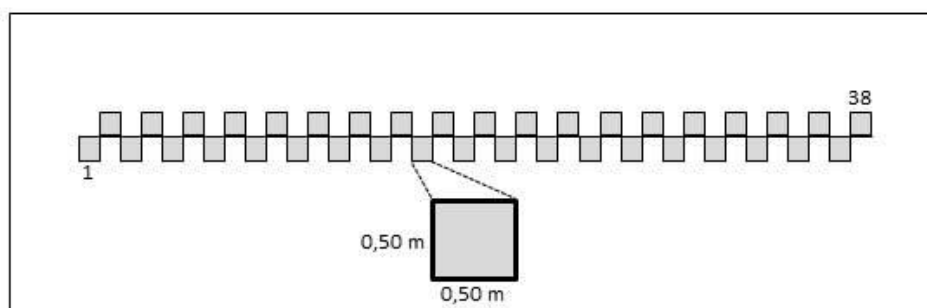
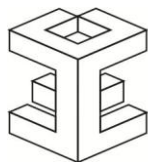


Figura 6.1.2 - Representação esquemática mostrando a distribuição espacial das 38 parcelas amostrais ao longo do transecto.

A distribuição espacial das seis difentes EAs em relação à Usina Termelétrica Presidente Médici, da CGTEE, é apresentada na Figura 3, abaixo.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

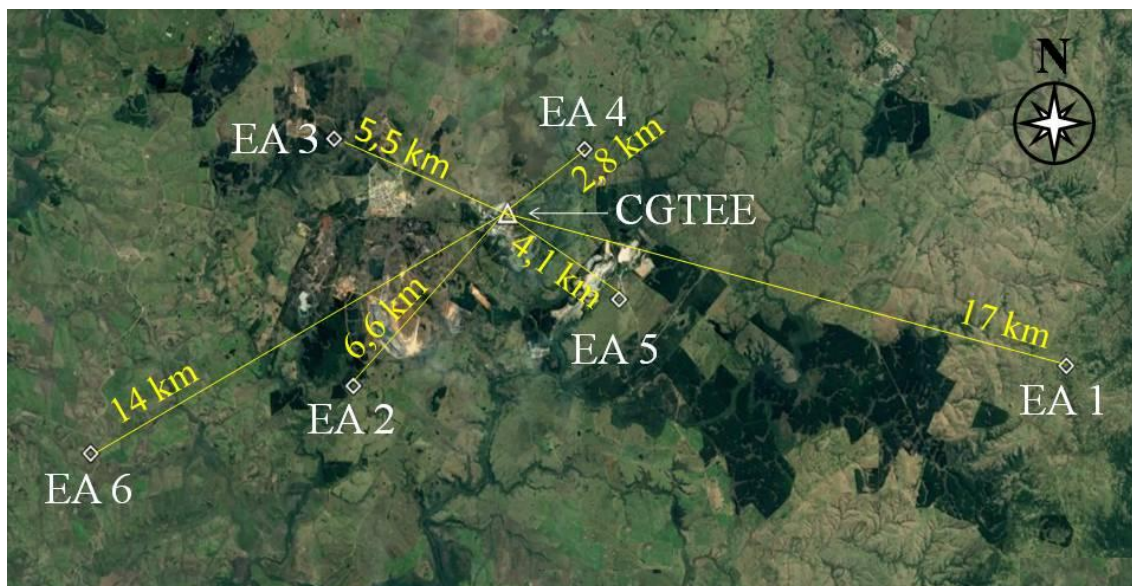
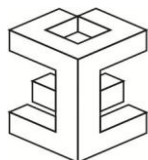


Figura 6.1.3 - Localização das seis diferentes EAs em relação à Usina Termelétrica Presidente Médici da CGTEE, com as respectivas distâncias em quilômetros.

As figuras 6.1.4 a 6.1.9 apresentam a localização de cada um dos transectos nas respectivas EAs.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

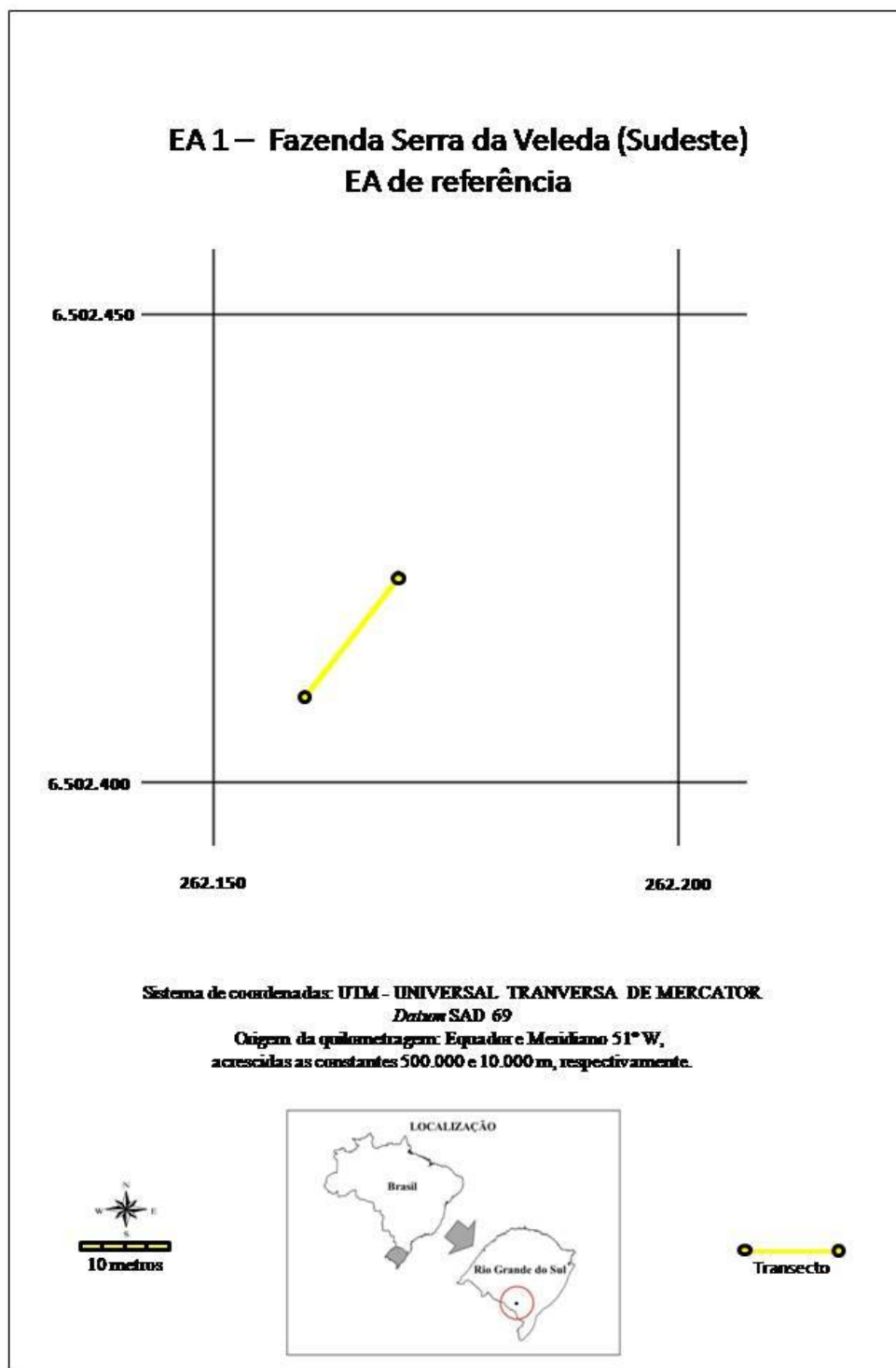
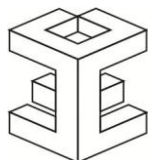


Figura 6.1.4 - Localização do transecto amostral na Estação Amostrai EA1 – Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

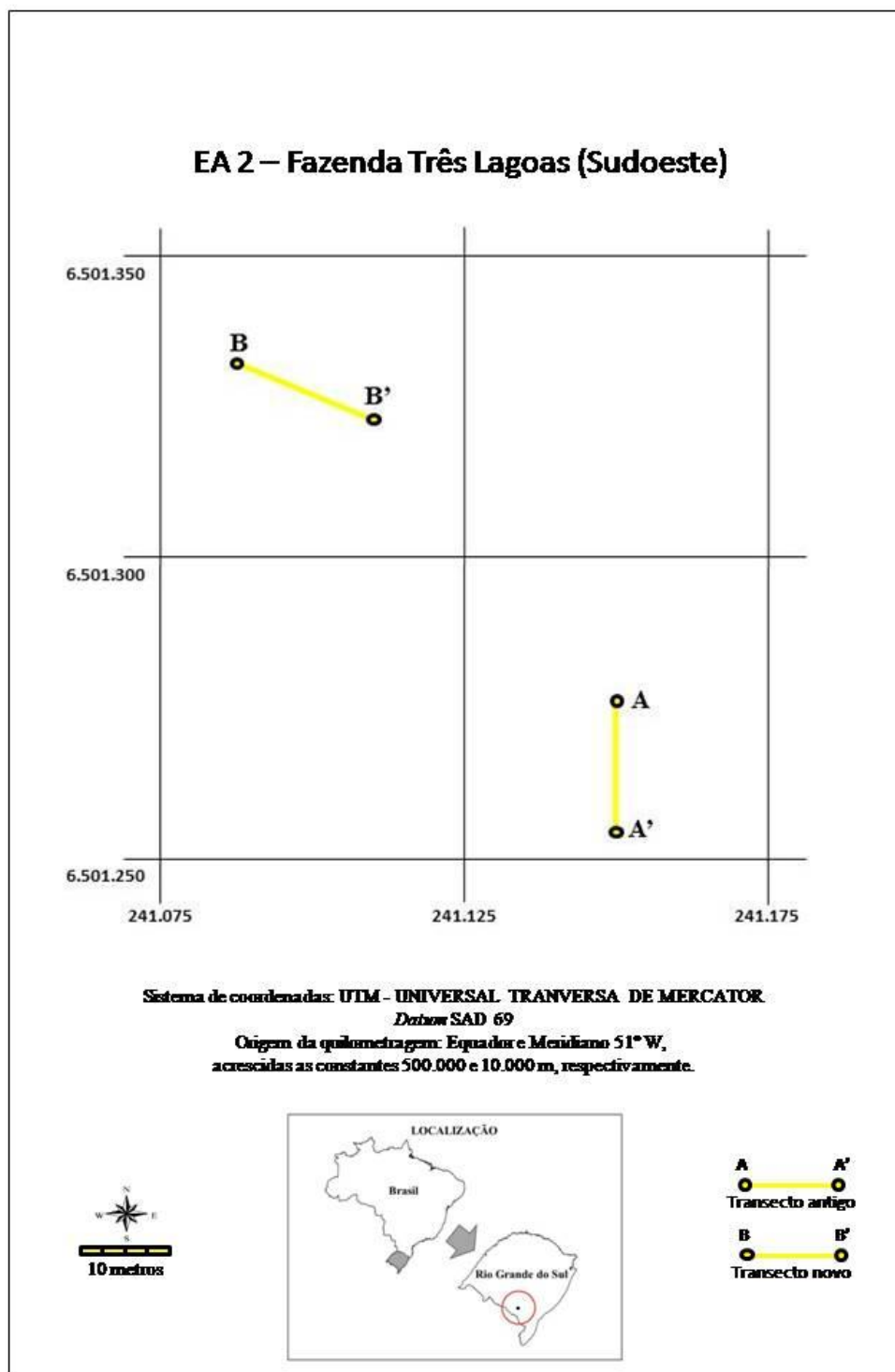
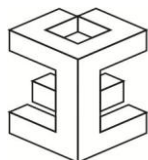


Figura 6.1.5 - Localização do transecto amostral (B-B') na Estação Amostrai EA2 – Fazenda Três Lagoas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

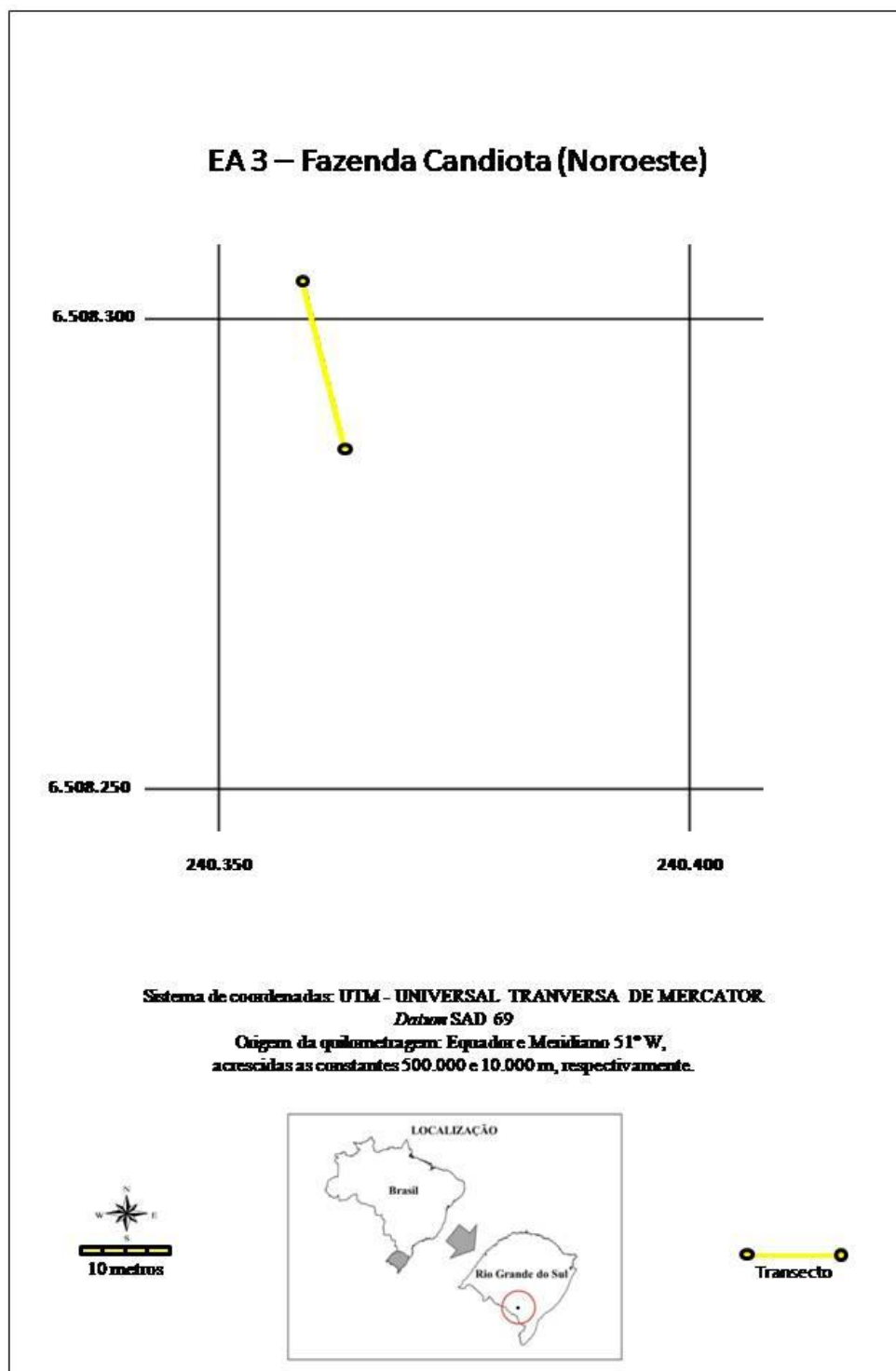


Figura 6.1.6 - Localização do transecto amostral na Estação Amostrai EA3 – Fazenda Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

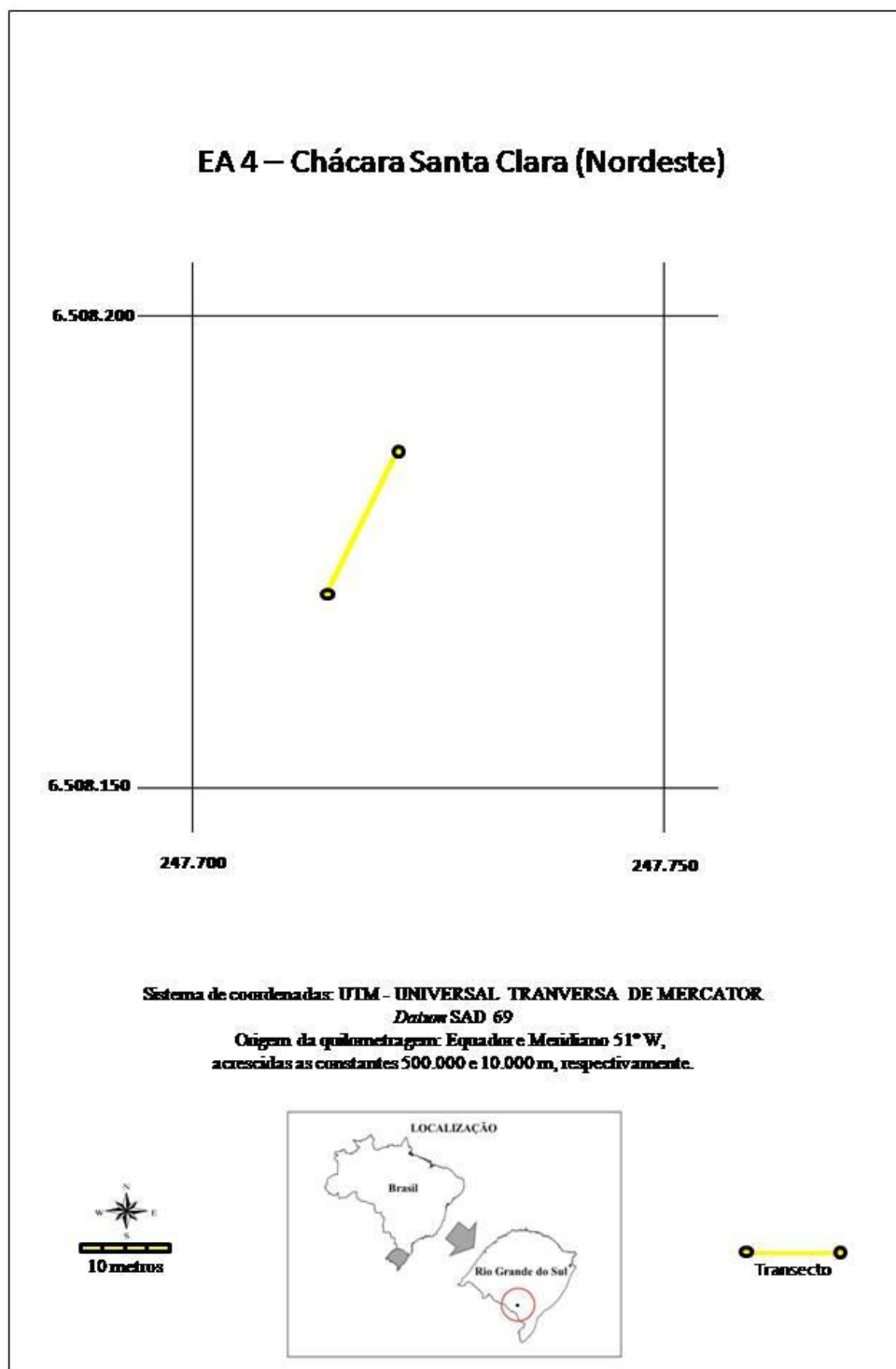


Figura 6.1.7 - Localização do transecto amostral na Estação Amostral EA4 – Chácara Santa Clara.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

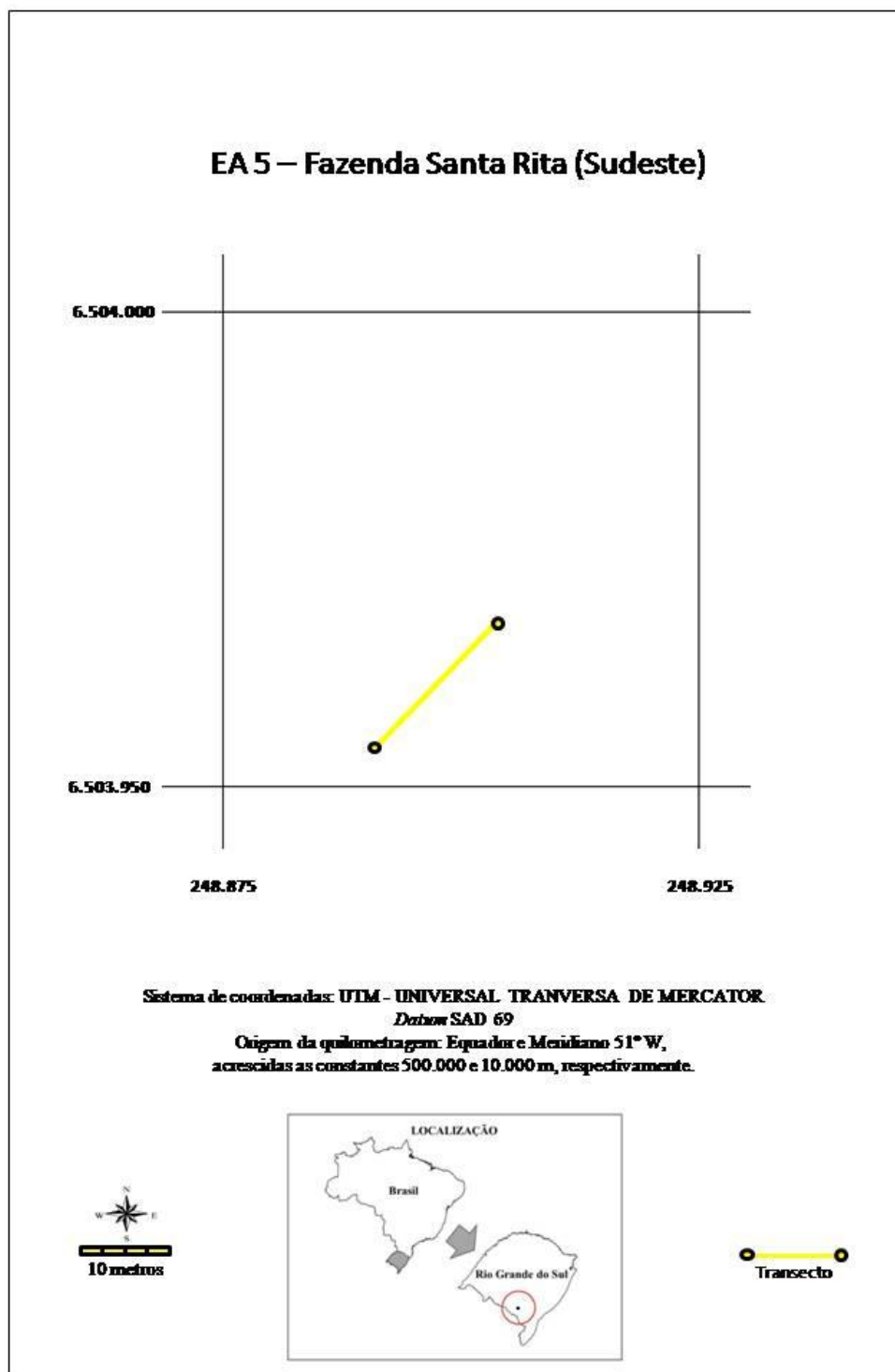


Figura 6.1.8 - Localização do transecto amostral na Estação Amostral EA5 - Fazenda Santa Rita.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

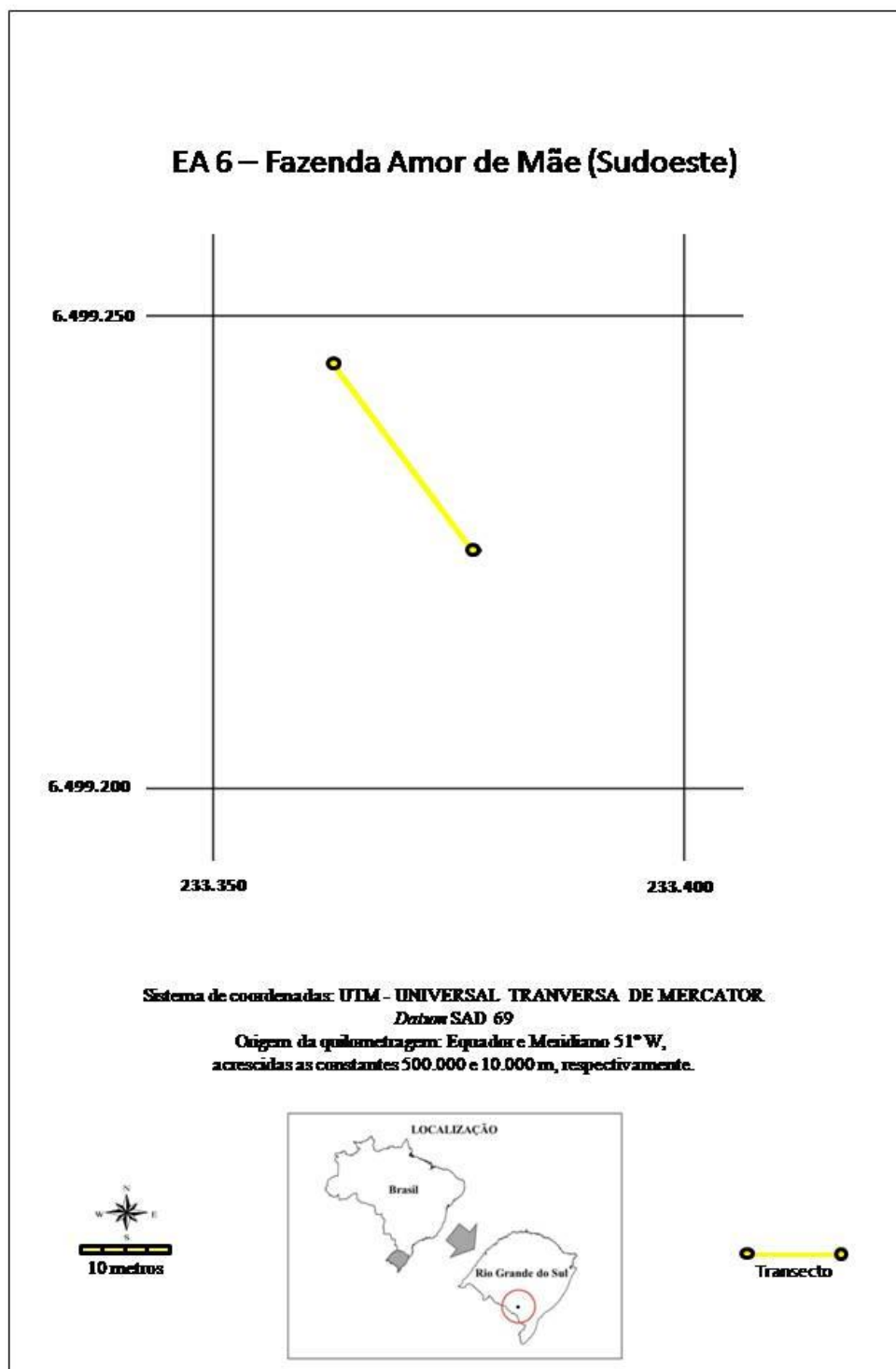
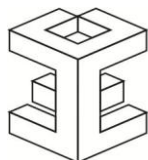


Figura 6.1.9 - Localização da transecção amostral na Estação Amostrai EA1 – Fazenda Amor-de-Mãe.



Composição florística

Os espécimes botânicos foram identificados mediante consultas de material de herbário e publicações especializadas, principalmente sobre florística e taxonomia. Para as identificações botânicas, foi seguido o sistema de classificação APG (Angiosperm Phylogeny Group).

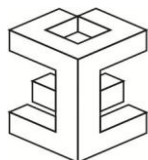
Em todas as campanhas (de novembro de 2017 a agosto de 2018), em todas as parcelas das EAs, além da identificação e registro das espécies ocorrentes, foi estimada a cobertura do solo de cada uma das espécies. A cobertura é um parâmetro fitossociológico que possibilita estimar a abundância da espécie considerada em relação à área estabelecida. A técnica empregada foi a de Braun-Blanquet (modificada), sendo adotadas seis classes de cobertura: **r** (até 1% de cobertura), **1** (de 1 a 12,5%), **2** (12,5-25%), **3** (25-50%), **4** (50-75%) e **5** (75-100%).

Análise estatística

Inicialmente, os valores dos índices de cobertura das espécies (modificado de Braun-Blanquet) foram transformados em valores médios de cobertura referentes, conforme tabela 6.1.1.

Tabela 6.1.1 - Transformação dos índices de cobertura atribuídos (valor de campo).

Índice de cobertura	Intervalo de cobertura (%)	Média do intervalo (%)
R	menor que 1	1
1	de 1 a 12,5	6.25
2	de 12,5 a 25	18,75
3	de 25 a 50	37.5
4	de 50 a 75	62.5
5	de 75 a 100	87.5



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

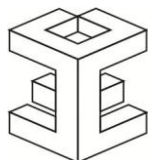
Posteriormente, foi calculado o índice de diversidade de Simpson, através do software Past, para cada parcela amostral, baseando-se nos valores de coberturas de espécies. Para cada campanha analisada (agosto e abril), foi realizada uma análise de variância com teste de permutação, para verificar se há diferença no índice de diversidade entre as parcelas das seis EAs.

Para explorar como as diferentes EAs se relacionam com a composição e com a cobertura de espécies, foi calculada, primeiramente, a média de cobertura de cada espécie para cada EA, nas quatro campanhas. Posteriormente, foi calculada a distância Euclidiana entre as EAs e realizada uma análise de componentes principais (PCoA). Os resultados da análise foram expressos na forma de um gráfico de ordenação. Ambas as análises foram realizadas no software MULTIV.

Resultados

Composição florística

Os resultados dos inventários florísticos das quatro campanhas, nas seis EAs, estão expostos no quadro 6.1.1.

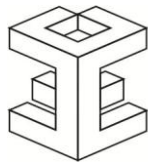


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Quadro 6.1.1 - Espécies vegetais ocorrentes em comunidades campestres nas seis EAs inventariadas: **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 primavera (novembro de 2017), **2** – Campanha de verão (fevereiro de 2018), **3** – Campanha de outono (maio de 2018), **4** – Campanha de inverno (agosto de 2018); **Indet.:** Indeterminada

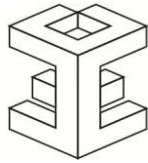
Família	Espécie	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6
Alliaceae	<i>Nothoscordum</i> sp.				4	1	
Amaranthaceae	cf. <i>Chenopodium</i> sp.	1					
Amaranthaceae	<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L.f.) Mart.						
Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken	2-3-4			3	1-2	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.					2	
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.			1			
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	2	1	1		1-2-3	1
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	2-3-4	1	1-2-3-4	3-4	2-3-4	2-4
Apiaceae	<i>Eryngium sanguisorba</i> Cham. Et Schlecht.	1-3-4			1-3	3-4	3
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A.Rich		4	1			4
Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i> sp.	3					
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze		1-3				
Asteraceae	<i>Aspilia setosa</i> Griseb.	2-3		1-2-3-4			
Asteraceae	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.			2		2-3-4	3
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.		1-2-3	1	4		3
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	3-4	1	1	1-2-3-4	1-2-4	
Asteraceae	<i>Centratherum camporum</i> (Hassl.) Malme		2				
Asteraceae	<i>Chaptalia arechavaletae</i> Hieron.			4			
Asteraceae	<i>Chaptalia exscapa</i> (Pers.) Baker	3-4		4	4		
Asteraceae	<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart			1-3-4	1	1	
Asteraceae	<i>Chaptalia mandonii</i> Sch. Bip. Ex Burkart	3-4			3		
Asteraceae	<i>Chaptalia piloselloides</i> (Vahl) Baker	4			1-3-4	4	1-3-4
Asteraceae	<i>Chaptalia runcinata</i> Kunth			1-3	1	1	
Asteraceae	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	1-2-3-4	1	1-4	3-4	2-3-4	
Asteraceae	<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) Baker	3-4	1	1-3	3	3-4	
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tem.		3-4			1-3-4	3-4
Asteraceae	<i>Coniza bonariensis</i> var. <i>bonariensis</i> (L.) Cronq.		1-4	1-3			
Asteraceae	<i>Coniza</i> sp.			4			
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	1-3-4	1-3-4	1		1-2-3-4	4
Asteraceae	<i>Eupatorium buniifolium</i> Hook. ex Arn.		1-2-3-4	1-2-3-4	3	1-3	1-2-3-4
Asteraceae	<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	1-3-4	1	1-3-4	1		1
Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	1-4		1-2-4	1-3		1
Asteraceae	<i>Hypochaeris albiflora</i> (Kuntze) Azevêdo-Gon. & Matzenb.	1-	4	4			
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i> L.	3-4		3-4	1-3-4	1	1-2-3
Asteraceae	<i>Hypochaeris megapotamica</i> Cabr.	3		1		1	4
Asteraceae	<i>Hypochaeris neopinnatifida</i> Azevêdo-Gon. & Matzenb.	4					
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L.			1			
Asteraceae	<i>Lucilia nitens</i> Less.	1-	2	1-4		1	
Asteraceae	<i>Noticastrum diffusum</i> (Pers.) Cabr.	3-4	4	4		1-2-3-	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

						4	
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.		1-4	1-4	1		1
Asteraceae	<i>Senecio heterotrichus</i> DC.	4					4
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.		1				
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i> Meyen		1-2	1-2-3-4		4	
Asteraceae	<i>Soliva anthelmifolia</i> (Juss.) Brown	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-4
Asteraceae	<i>Stenachaenium campestre</i> Baker	3-4	1	4			4
Asteraceae	<i>Stenachaenium megapotaemicum</i> (Spreng.) Baker		1				
Asteraceae	<i>Vernonia nudiflora</i> Less.				3		
Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.		2				
Asteraceae		1			1		
Brassicaceae	<i>Lepidium aletes</i> J.R.Macbr.			1-4		1-2	
Bryopsida	Musgo				3-4	4	
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thull.	1-3-4	1-4	1-4	4	3-4	1-4
Caryophyllaceae	<i>Cerastium humifusum</i> Cambess. ex St.-Hil.	3	3-4	3-4	3	3-4	1-3-4
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-3-4	1-2-3-4	1-3-4
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	1-2	3	1-2-3-4	1-2-3	1-2-3	2
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) Kunth ex C.B.Clarke	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-4	1-2-3-4	1-2-3-4
Cyperaceae	<i>Bulbostylis</i> sp.		1-2-4		1	1-2-3-4	1-2-3-4
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i> Kunth				1		1-2
Cyperaceae	<i>Carex sororia</i> Kunth		2	1-3	1	1	1-3-4
Cyperaceae	<i>Carex</i> cf. <i>tweediana</i> Nees ex Hooker			1			
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.		1				1-3-4
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.						1-2-3-4
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i> Vahl		4	4			
Cyperaceae	<i>Cyperus rigens</i> J.Presl & C.Presl	3		3			
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (Retz) Vahl				3		
Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.		1				1
Cyperaceae	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	3	1-3	1-3	1	1-3	1
Cyperaceae	<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	1-2-3-4	4	1-2-4	1-3-4	1	2-4
Cyperaceae			2				
Euphorbiaceae	cf. Euphorbiaceae						1
Fabaceae	<i>Adesmia</i> sp.			3			
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	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>Medicago arabica</i> (L.) Hds.		1-3-4				
Fabaceae	<i>Medicago</i> sp.	4	1-3				1
Fabaceae	<i>Rhynchosia</i> sp.	2			1		
Fabaceae	<i>Stylosanthes leiocarpa</i> Vogel	2			2-3		
Fabaceae	<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	3			1-2		
Fabaceae	<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	1-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.			4			
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	3-4		1-2-3-4	1-3-4	4	1-3-4
Iridaceae	<i>Cypella herbertii</i> Hook.						2
Iridaceae	<i>Herbertia pulchella</i> Sweet	1-4	1-4	1-3-4	1-3-4	1-2	1-4
Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	1		1	1-4	1	1-2-3
Iridaceae	<i>Sisyrinchium palmifolium</i> L.					1	1-2-3-4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Lamiaceae	<i>Glechon thymoides</i> Spreng.			4	1		
Lamiaceae	<i>Salvia procurrens</i> Benth.	1-2-3					
Lamiaceae	<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.		1-4	3	1-3-4	4	1-3-4
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltdl.			1	1		
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.				1-3-4		4
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.				3		
Malvaceae	<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristóbal		4	1	4		1-2
Malvaceae	<i>Krapovickasia urticifolia</i> (St.-Hill.) Fryxell	4					
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	3	1-2-3-4	1-2-3-4	3-4	1-2-4	2-3-4
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	3					
Myrtaceae	<i>Psidium incanum</i> (O.Berg) Burret			1-2-3-4			
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum crotalophoroides</i> Walter	3		3-4	3-4	3	
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltdl.) D'Arcy				1	2	
Oxalidaceae	<i>Oxalis bipartita</i> St.--Hil	3-4		3-4	3-4	3-4	3-4
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i> Kunth	1-2-3-4	3	1-3-4	1-3	1-3	3-4
Oxaliidaceae	<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	1-3-4	3	1-3	1-3-4	1-3-4	1-3-4
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.2	3-4		1-3-4	3-4	1-2-4	1-3-4
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.3	2-3-4		1-3			
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.5	4		1	1		
Plantaginaceae	<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small.				1		
Plantaginaceae	<i>Plantago myosuros</i> Lam.					2	
Plantaginaceae	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	1-3-4	1	4	1	1	1
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	1-2-4		1-3-4	1-4	4	
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.		4	1-3-4	1	1-3-4	1-4
Plantaginaceae	<i>Scoparia ericacea</i> Cham. & Schltdl.				1	2	1
Plantaginaceae	cf. <i>Scoparia</i>			1			
Poaceae	<i>Andropogon ternatus</i> (Spreng.) Nees.	2-3	1-2	1-2-3-4	2-3	1-2	1-2-3-4
Poaceae	<i>Aristida</i> sp.				1		
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i> Chase	1-2-3-4	1-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4
Poaceae	<i>Briza minor</i> L.		1	1	1		
Poaceae	<i>Briza subaristata</i> Lam.			1			
Poaceae	<i>Coelorhachis selloana</i> (Hack.) Henr.	1-2-3-4		1-2-3	1		
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers		1-2-3-4				1-2-3-4
Poaceae	<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A.Clak	3-4		1-3-4	3-4		
Poaceae	<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam.	1-2-3-4		2-3-4		1-2-3-4	
Poaceae	<i>Eragrostis airoides</i> Nees	1					
Poaceae	<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	4		3	1-2	1	
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i> Nees		1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-4
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	1		1-2	1	1	2
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius		4	2-4		3-4	1-3-4
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir		1-4	1-3-4	4	1-3	1-2
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Fluegge	1-2-3-4	2-3	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-4	1-2-3-4
Poaceae	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.		3				
Poaceae	<i>Paspalum pumilum</i> Nees	1-2-3-4		3			



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.			1			
Poaceae	<i>*Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	1-2-3-4	1-2-3-4			1-2-3-4	1-2-3-4
Poaceae	<i>Piptochaetium lasianthum</i> Griseb.	4		1-3		4	
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	1-2-4	1-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1	1-2
Poaceae	<i>Poa annua</i> L.		1-4	4		1	4
Poaceae	<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.			1-2-3-4			
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir) Kerguelen	3	1	1		2-3	3
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) L.Br.	2-3	1	3-4	2-3	1-2-3-4	3
Poaceae	<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees) Brown	2-3-4					
Poaceae	<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash.	1-2-3		1-2-3			1
Poaceae	<i>Stipa</i> sp.		1	1			1-2
Poaceae	<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray	1-2	1	1	1	1-2	1
Poaceae			4	3			
Polygalaceae	<i>Polygala</i> sp.	1-4		1-3-4	1-3-4	1	
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.					1-3-4	1-3-4
Primulaceae	<i>Centunculus minimus</i> L.		1				1
Rubiaceae	<i>Borreria dasycephala</i> (Cham. & Schltdl.) Bacigalupo & Cabral	1-2	1-3	1-3-4	3		1-2-3
Rubiaceae	<i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.	3-4					
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.			4			
Rubiaceae	<i>Relbunium richardianum</i> (Gill. Ex Hook. ET Arn) Hicken	4		1-3-4		3-4	1-3-4
Rubiaceae	<i>Relbunium</i> sp.						1
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	1-2-3-4	4	1-2-3-4	1-3-4	1-2-3	1-3
Rubiaceae	<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schltdl.) Steud	1-2-3-4		1-4	1-2-3-4	1-2-3-4	
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	3-4	3	1-2-3-4	1-3	1	1-2-3
Solanaceae	<i>Nierembergia riograndensis</i> Hunz. & A.A. Cocucci	1-2-3-4			1-3-4		
Solanaceae			4				2
Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.					4	4
Verbenaceae	<i>Glandularia selloi</i> (Spreng.) Tronc.				1-2		
Verbenaceae	<i>Verbena montevidensis</i> Spreng.				1		1-3
Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.		3				
Indet. 1		3					3
Indet. 2			4				

* Nos resultados da presente campanha houve uma alteração na denominação anteriormente adotada para *Axonopus pottii* Valls passando para *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.

Nas quatro campanhas, considerando as seis EAs, foram registrados 160 táxons (riqueza de espécies). A maioria dos táxons foi identificada até o nível de gênero e/ou espécie, sendo que apenas dois deles não pertencem à categoria taxonômica das Angiospermas (plantas com flores e frutos): uma Briófitas (Bryopsida) e uma Pteridófitas (*Ophioglossum crotalophoroides*).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

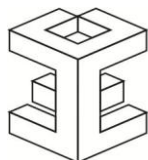
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Para fins de comparação da riqueza de espécies encontrada (160 espécies) com a riqueza de outros campos nativos no Rio Grande do Sul, documentada em diversos trabalhos fitossociológicos, apresentados por Filho et al. (2017), para campos arbustivos. Para tal comparação, calculou-se a média dos valores de riqueza específica (spp.) desses trabalhos, obtendo-se um valor médio de 159 espécies. A riqueza média encontrada é similar ao valor constatado no presente monitoramento.

Entre as famílias de Angiospermas encontradas no presente período de observações, Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae destacam-se pelo elevado número de espécies (ver Quadro 6.1.2, abaixo). Constata-se que 60,24% das espécies registradas nas comunidades campestres das EAs examinadas fazem parte destas cinco famílias botânicas. Outros trabalhos desenvolvidos em diferentes locais do sul do Brasil igualmente ressaltam a importância florística e fitossociológica destas cinco famílias na caracterização das comunidades campestres nativas (Girardi-Deiro et al., 1992; Caporal e Boldrini, 2007; Setubal e Boldrini, 2010; Silva et al., 2016, Filho et al., 2017, entre outros). No entanto, é oportuno destacar também que várias famílias são representadas por uma ou duas espécies somente.

Quadro 6.1.2 - Número de espécies (NE) de Angiospermas por família nas seis EAs.

NE	Família (s)
38	Asteraceae
31	Poaceae
14	Cyperaceae
9	Fabaceae
8	Rubiaceae
7	Plantaginaceae
6	Oxalidaceae
4	Amaranthaceae, Apiaceae, Iridaceae
3	Lamiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Verbenaceae
2	Araliaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Solanaceae
1	Brassicaceae, Hypoxidaceae, Moraceae, Myrtaceae, Orobanchaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Urticaceae



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

No quadro 6.1.3, são expostos os resultados de riqueza de espécies nas seis EAs, considerando as quatro campanhas. Na figura 6.1.10, é mostrada uma comparação entre os valores de riqueza média de espécies, nos biênios 2013-2014, 2-14-2015, 2016-2017 e 2017-2018, para todas EAs. Constatase que as EAs 1 (estação de referência), 3 e 4 exibem os valores mais altos e as EAs 2 e 6 os valores mais baixos.

Quadro 6.1.3 - Riqueza de espécies nas seis EAs. 1ª campanha (nov/2017), 2ª campanha (jan/2018), 3ª campanha (maio/2018), 4ª campanha (agos-set/2018).

EA	1ª camp.	2ª camp.	3ª camp.	4ª camp.	Riqueza média
EA1	32	57	54	50	48,25
EA2	18	27	34	47	31,5
EA3	28	55	68	73	56
EA4	15	47	39	57	39,5
EA5	31	39	39	51	40
EA6	28	42	42	54	41,5

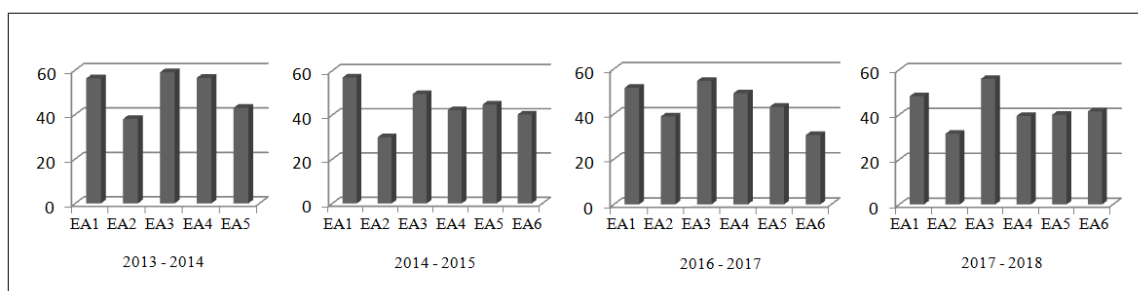
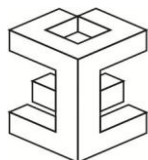


Figura 6.1.10 - Comparação entre os valores de riqueza média, para cada EA, entre os anos de 2013-2014, 2014-2015, 2016-2017 e 2017-2018.

A presença numérica das Asteraceae (herbáceas e lenhosas) é apresentada no quadro 6.1.4. A ocorrência expressiva de Asteraceae lenhosas (subarbustivas e arbustivas) é um indicativo florístico e fisionômico da transição (processo de sucessão vegetal) de um campo baixo para um campo alto ou arbustivo (capoeira). Na EA1 evidencia-se a menor quantidade de espécies lenhosas, em comparação com as demais EAs.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Quadro 6.1.4 - Número de espécies de Asteraceae herbáceas e lenhosas nas seis EAs examinadas.

Asteraceae	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6
Herbácea	18	11	21	12	11	9
Lenhosa	2	8	5	5	5	5
Total	20	19	26	17	16	14

Análise estatística

Índice de diversidade:

A Análise de Variância mostrou uma diferença significativa entre as EAs ($p=0.001$), nas diferentes épocas de campanha ($p=0.001$), em relação ao Índice de Diversidade de Simpson (1-D). Todos os contrastes entre campanhas foram significativos, o que demonstra que a diversidade presente nas diferentes épocas do ano não é igual nas parcelas. A maioria dos contrastes entre as EAs também foi significativa (todos os $p<0,007$, exceto comparação entre EA2 e EA4).

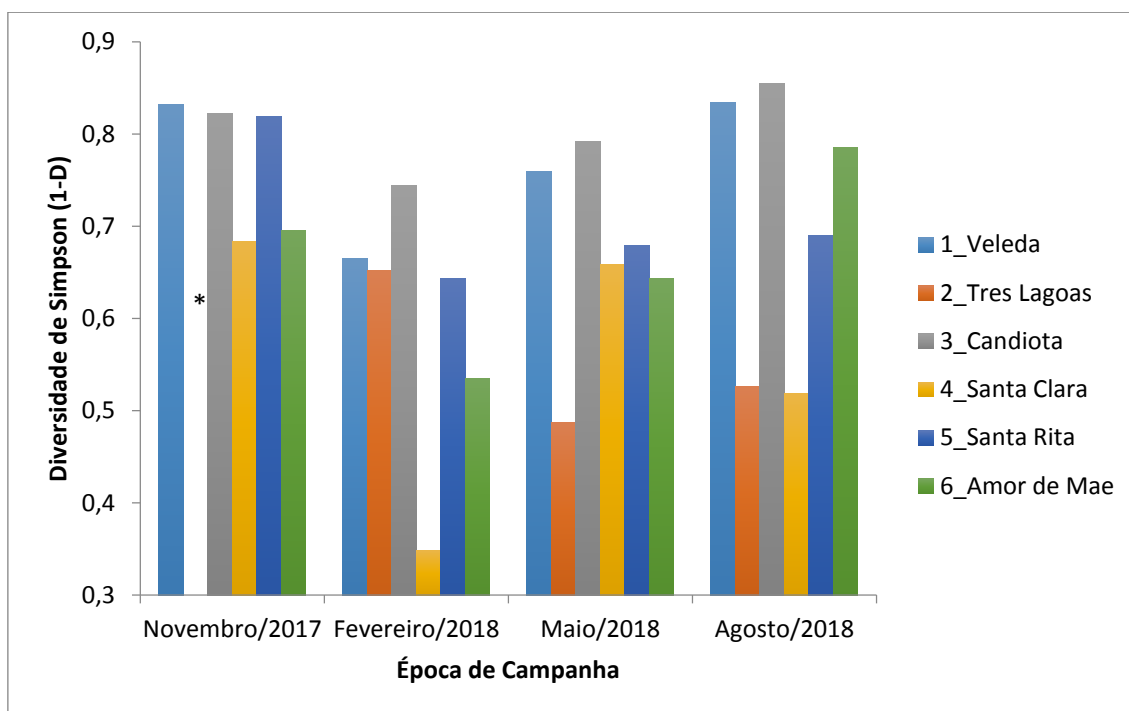
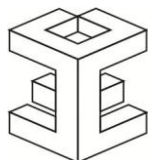
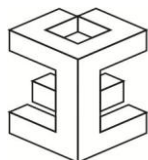


Figura 6.1.11 - Índice de diversidade de Simpson das coberturas de espécies de plantas nos quadros das diferentes EAs nas campanhas realizadas. As diferenças entre épocas de campanha e EAs foram todas significativas (exceto entre EA2 e EA4). *Dados não disponíveis para a análise referentes à EA2 na campanha de novembro de 2017 (não foi possível registrar os dados referentes à cobertura de cada espécie, devido às fortes chuvas ocorridas no período previsto para a amostragem).

Na campanha de novembro de 2017 registraram-se os maiores índices de diversidade, seguida pela de agosto, depois maio, e a de menor diversidade, fevereiro de 2018. As EAs 1 e 5 apresentaram os maiores índices de diversidade e mantiveram esse valor quase constante ao longo do ano. Já as demais EAs apresentaram níveis de diversidade mais baixos e mais variáveis ao longo do ano.

Composição e cobertura de espécies:

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA) explica 66,11% da variação dos dados nos dois primeiros eixos. Através da ordenação é possível perceber as EAs que mais se assemelham e se distinguem entre si, baseando-se na



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

distância em que elas estão representadas no gráfico. Além disso, estão também indicadas as espécies mais correlacionadas com os dois eixos.

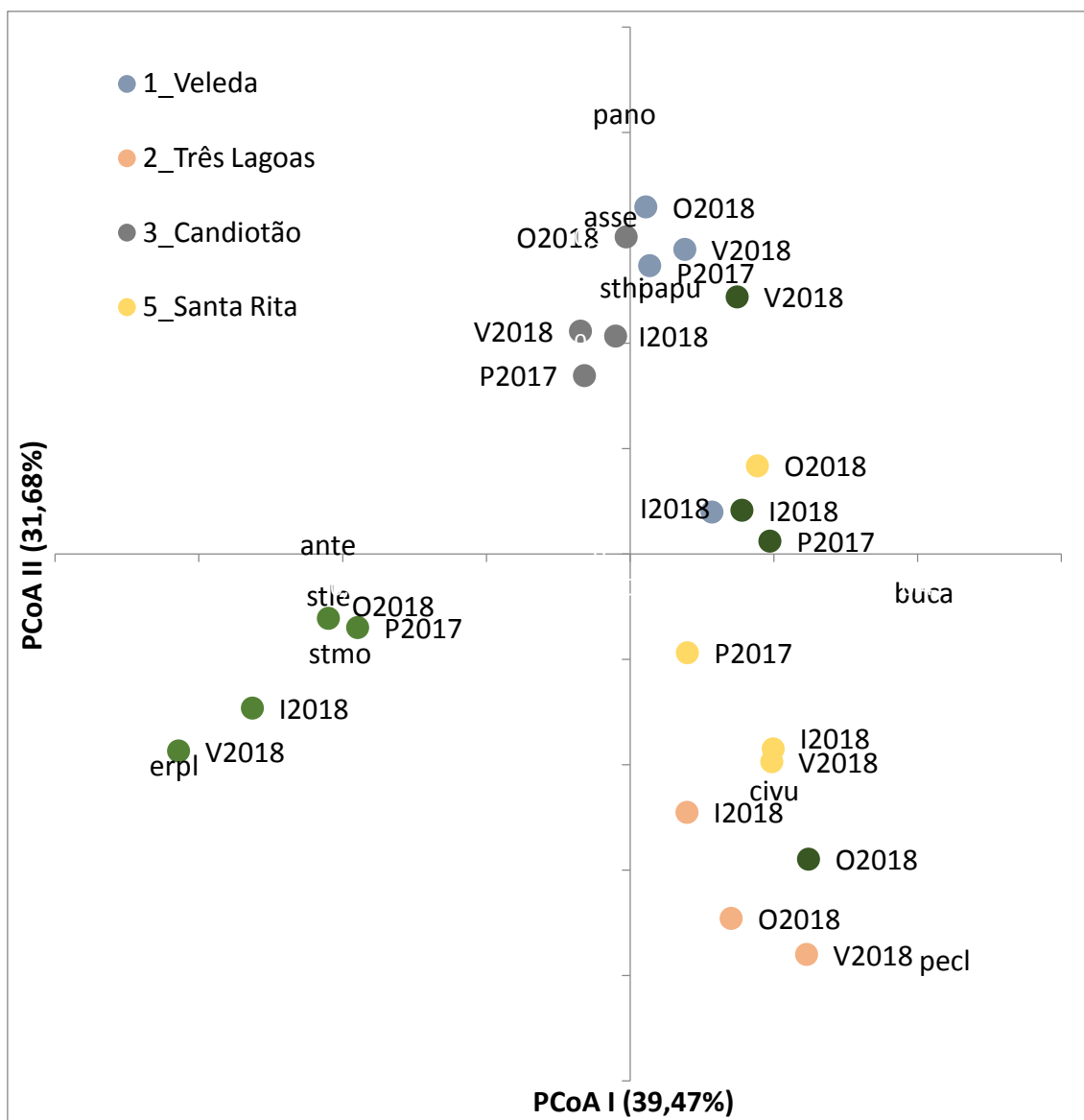
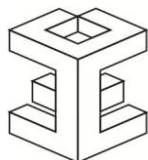


Figura 6.1.12 - Análise de Coordenadas principais das médias de coberturas de plantas nas EAs nas quatro campanhas de amostragem. Cada cor representa uma EA amostrada e as datas das campanhas estão informadas pelos códigos P= primavera, V= verão, O= outono e I= inverno, dos referidos anos (2017 e 2018). As espécies mais relacionadas com os eixos da ordenação também estão plotadas conforme os códigos: asse= 18 *Aspilia setosa*, civu= 32 *Cirsium vulgare* (= *C. glabrum*), buca= 75 *Bulbostylis capillaris*, stle= 97 *Stylosanthes leiocarpa*, stmo= 98 *Stylosanthes montevidensis*, ante= 147 *Andropogon ternatus*, pecl= 151 *Pennisetum clandestinum*, erpl= 162 *Eragrostis plana*, pano= 169 *Paspalum notatum*, papu= 170 *Paspalum pumilum*, sthi=177 *Steinchisma hians*.



Através da ordenação é possível perceber que a EA4 (Santa Clara) é a que mais se diferencia das demais, estando negativamente correlacionada com os dois eixos. As espécies mais representativas da EA4 são *Stylosanthes montevidensis*, *S. leiocarpa* e a importante invasora do Bioma Pampa: *Eragrostis plana*, também conhecido como capim-anoni II.

Também é possível observar que a EA2 (Três Lagoas), ilustrada ao outro extremo do eixo PCoA I e negativamente relacionada a PCoA II, se distingue principalmente através das espécies *Pennisetum clandestinum* e *Cirsium vulgare*. Na maior parte do tempo, a EA5 (Santa Rita) se assemelha em termos de cobertura de espécies à EA2, estando representada conjuntamente na ordenação para todas as campanhas de amostragem, exceto em maio de 2018. Nesse momento, a composição de espécies da EA2, se aproxima das parcelas que estão positivamente relacionadas ao eixo PCoA II. Positivamente relacionado ao eixo PCoA II e com valores intermediários no PCoA I, as espécies *Paspalum notatum*, *Aspilia setosa*, *Paspalum pumilum* e *Steinchisma hians* são representantes das EAs 1 e 3, Veleda e Candiota. A estação Amor de Mãe (EA6) foi aquela que mais variou em termos de composição ao longo do ano. Isso pode ser observado nos pontos espalhados ao longo do eixo PCoA II. Tal estação, dependendo da época, se assemelha mais a EA3, EA1, EA5 ou EA2.

Considerações

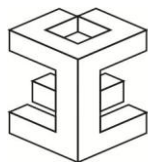
A **EA1** manteve a riqueza de espécies relativamente alta, o que se refletiu, mais uma vez, no valor de qualidade ambiental. Nessa propriedade, a pecuária intensiva de bovinos e ovinos favorece as espécies vegetais prostradas, mantendo o campo predominantemente baixo e com pouca biomassa acumulada (ver Figuras 6.1.14 e 6.1.15). Algumas espécies lenhosas/arbustivas estão presentes (Quadro 6.1.5), distribuindo-se de maneira esparsa. No período de primavera foi realizada uma roçada mecânica com o objetivo de melhorar as características forrageiras do campo, especialmente através do controle da população de caraguatás



(*Eryngium horridum*). De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período.

Na **EA2** (Fazenda Três Lagoas), uma área onde era executada tradicionalmente uma atividade de pecuária extensiva e que foi grandemente convertida em monocultura de soja, em novembro de 2016, fato que implicou, inclusive, na escolha de uma nova área amostral, parece retornar lentamente à atividade pecuária. No local onde, atualmente, é realizada a amostragem não é desenvolvida nenhuma atividade produtiva, permitindo assim o restabelecimento do processo de sucessão vegetal, com a transição de um campo herbáceo para um campo herbáceo-arbustivo. No período de inverno foi realizada uma roçada mecânica com o objetivo de melhorar as características forrageiras do campo. De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período.

Na **EA3** (Fazenda Candiota) verifica-se um longo período de exclusão de pastejo, com a interrupção da atividade pecuária. Por este motivo constata-se a coexistência de elementos típicos de campo alto (ou de capoeira) com representantes subarbustivos/lenhosos da família Asteraceae (como *Baccharis dracunculifolia*, *Eupatorium buniifolium* e *Senecio brasiliensis*, por exemplo) e espécies de campo baixo, especialmente representantes da família Poaceae, como *Axonopus affinis* e *Paspalum notatum*, entre outros. A cobertura do solo na comunidade vegetal examinada é de 70-80%. Localmente o processo de sucessão vegetal transforma lentamente a fisionomia campestre em uma fisionomia arbustiva e, futuramente arbórea. A presença de diversas espécies arbustivas no local é ilustrada no Quadro 6.1.4. No período de verão foram encontrados indícios de uma queimada recentemente ocorrida na área. De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato

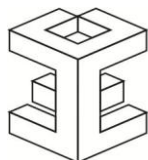


que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período (ver Figuras 6.1.29 e 6.1.30).

Na **EA4** registrou-se, novamente, 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 (ver Quadro 6.1.4). O avanço vigoroso de *Eragrostis plana* (ver Figuras 6.1.37, 6.1.38 e 6.1.39) continua tendo consequências na abundância de espécies e na composição florística do local, pois sua elevada cobertura do solo reduz a incidência de luz no estrato inferior, impedindo a ocorrência de espécies herbáceas prostradas e heliófilas. De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período.

A **EA5** é uma área localizada nas proximidades de um sítio de mineração de calcário. Nessa propriedade, é praticada uma pecuária intensiva (bovinos e equinos), fazendo com que o padrão vegetacional do campo seja baixo e com pouca biomassa acumulada (ver Figuras 6.1.44 e 6.1.45). Paralelamente, verifica-se a presença algumas espécies lenhosas/arbustivas (Quadro 6.1.4) e as primeiras manifestações da invasão por *Eragrostis plana*. De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período.

A **EA6** manteve valores relativamente baixos de riqueza de espécies. Na área amostrada verificou-se a continuidade de uma lenta retomada da atividade pecuária, ainda extensiva, refletindo-se na ocorrência de muitas espécies lenhosas arbustivas (Quadro 6.1.4). A espécie dominante é a exótica *Cynodon dactylon*, que, por seu alto grau de cobertura do solo (ver Figuras 6.1.50 e 6.1.51), impede o surgimento e o desenvolvimento de espécies herbáceas mais heliófilas. A infestação inicial de *Eragrostis plana* já pode ser constatada. De maneira semelhante ao ocorrido no verão nas



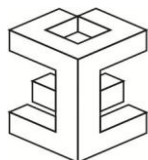
outras EAs, a área foi submetida a uma estiagem severa, fato que reduziu expressivamente a sua riqueza de espécies no período. No período de primavera foi realizada uma roçada mecânica com o objetivo de melhorar as características forrageiras do campo

Espécies ameaçadas

A presença de espécies ameaçadas de extinção ou classificadas como pouco estudadas ou com deficiência de dados, foi verificada através da comparação entre a lista de registro de espécies amostradas nas diferentes estações amostrais e ao longo de diferentes campanhas, com a Lista Oficial da Flora ameaçada de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul, conforme regulamentado no 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 (Rio Grande do Sul, 2014).

Entre os resultados obtidos cabe destacar a ausência de registro de ocorrência de *Chaptalia arechavaletae* nos dois últimos anos, classificada como **Em Perigo – EN**, na lista oficial da flora ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. A espécie já havia sido 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). A ocorrência da espécie em anos anteriores sempre foi registrada com frequência e abundância baixíssimas. A ausência (ou eventual presença) de *Chaptalia arechavaleta*, deverá ser monitorada nas próximas campanhas.

Pfaffia gnaphaloides (L.f.) Mart. (Amarantaceae), com registros de ocorrência nas **EA1** (Serra do Veleda, Pinheiro Machado, RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 262.170m E; 6.502.425m N) e **EA5** (Fazenda Santa Rita, Candiota,



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

RS, coordenadas UTM, fuso 22J: 248.900m E; 6.503.980m N), é classificada na categoria **Quase Ameaçada –NT**, no anexo III da 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).

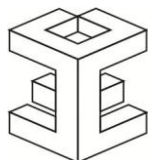


Figura 6.1.13 - *Pfaffia gnaphaloides*, Fotografia de Rosângela G. Rolin, in Flora Digital do Rio Grande do Sul e Santa Catarina – UFRGS.

Espécies exóticas e invasoras

Segundo Schneider (2007), uma espécie exótica ocorre em determinado local em consequência de introdução intencional ou acidental. Conforme a Convenção sobre Diversidade Biológica, espécie exótica é aquela que se encontra fora da sua área de distribuição natural, ou seja, não é autóctone (nativa).

Para identificar as espécies exóticas no âmbito do presente projeto de monitoramento (ver **Quadro 6.1.5**, abaixo), adotou-se como referência a lista de espécies publicada em “A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas” (Schneider, 2007).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

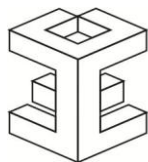
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Quadro 6.1.5 - Espécies exóticas encontradas no âmbito do presente projeto de monitoramento.

Família	Espécie	Origem geográfica
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	Eurásia
Asteraceae	<i>Hypochaeris glabra</i>	Europa
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Europa
Brassicaceae	<i>Lepidium aletes</i>	Eurásia
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i>	Europa
Fabaceae	<i>Medicago arábica</i>	Europa
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i>	América tropical
Poaceae	<i>Briza minor</i>	Eurásia
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	África, Eurásia
Poaceae	<i>Eragrostis plana</i>	África
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	África
Poaceae	<i>Poa annua</i>	Europa
Poaceae	<i>Vulpia bromoides</i>	Europa
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Europa
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	Europa

Espécie Invasora é definida como uma espécie exótica que prolifera sem controle, produzindo descendentes em número muito elevado e que conseguem se dispersar a grandes distâncias da planta mãe. Representam importante ameaça para espécies nativas e para o equilíbrio dos ecossistemas que passam a ocupar. A invasão biológica é considerada uma das mais importantes causas de perda de biodiversidade.

Entre as espécies invasoras 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 39. 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. Apenas na EA1 ainda não foi verificada a presença desta espécie.

Qualidade ambiental das EAs

Com o objetivo de estabelecer um *ranking* de qualidade ambiental para as diferentes EAs foi criada uma matriz, de modo a ponderar um conjunto de fatores que expressem simultaneamente a riqueza e a composição florística avaliada; a presença de espécies exóticas invasoras (um fator de degradação da qualidade e descaracterização das formações campestres nativas) e do tipo de manejo empregado na EA (pressão de pastejo, introdução de espécies forrageiras, roçadas, fogo, mecanização do solo, uso de herbicidas e conversão em monocultura).

O fator considerado positivo foi a riqueza/composição florística, que recebeu uma valoração de 1 a 5, sendo 5 o valor para a melhor qualidade ambiental.

Os fatores considerados negativos (presença de espécies invasoras e manejo inadequado) receberam também uma valoração de 1 a 5, porém, aqui o valor 5 corresponde a pior situação do ponto de vista da qualidade ambiental e o valor 1 a melhor.

O somatório da pontuação atribuída a cada um dos fatores para cada EA corresponde ao *ranking* de qualidade ambiental das EAs, ou seja, quanto maior a pontuação atribuída a uma EA, melhor a sua qualidade ambiental em relação às outras EAs avaliadas. Embora a sistemática aqui empregada envolva alguma subjetividade quando da atribuição da pontuação de cada fator para cada EA, ela traz também, uma possibilidade de síntese de um amplo espectro de percepções e interferências, assimiladas pelos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

profissionais que subscrevem o monitoramento da vegetação campestre, ao longo dos anos de desenvolvimento do presente estudo.

Quadro 6.1.6 - Valoração atribuída a cada EA segundo os fatores ponderados: riqueza de espécies; presença de espécies exóticas; presença de espécies lenhosas/arbustivas e tipo de manejo.

Fator	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6
Riqueza de espécies	4	1	4	2	2	3
Presença de espécies invasoras	5	2	2	1	4	2
Tipo de manejo/ação humana	2	1	1	2	2	2
Somatório	11	4	7	5	8	7

O somatório de pontos atribuídos a cada EA permitiu classificar as EAs, com valores em um intervalo de 1 a 6, em ordem crescente segundo o grau de qualidade ambiental.

Quadro 6.1.7 - Qualidade ambiental, em ordem crescente, atribuída a cada EA.

Qualidade ambiental (em ordem crescente)	Estação amostral	Nome
1	EA2	Fazenda Três Lagoas
2	EA4	Chácara Santa Clara
3	EA3	Fazenda Candiota
4	EA6	Fazenda Amor de Mãe
5	EA5	Fazenda Santa Rita
6	EA1	Serra do Veleda

Conclusões

De modo semelhante ao verificado nos anos anteriores, no conjunto das estações amostrais avaliado no presente monitoramento, destacam-se cinco fatores atuando sobre as comunidades campestres, 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 imposta ao campo, e a modalidade de pecuária desenvolvida (bovina, ovina, equina ou mista) e a sua



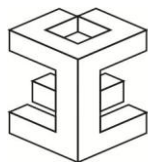
intensidade (se intensiva ou extensiva) constituem os principais vetores dessas ações transformadoras.

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 de pastejo) e o consequente (re)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 quarto 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.

O quinto fator é a monocultura. Tradicionalmente a orizicultura e a silvicultura de Eucaliptus são as mais expressivas na região. A silvicultura é um importante fator de transformação da paisagem local, a perda e a fragmentação de habitats em decorrência da atividade é um fenômeno, também, amplamente conhecido e relatado na literatura especializada. A entrada recente da monocultura da soja, com a transformação da área, anteriormente utilizada na pecuária extensiva, para a monocultura da soja, já é um processo em evidência e amplamente percebido na paisagem regional. A monocultura da soja, com a utilização de herbicidas em larga escala, torna o retorno à pecuária tradicional um processo demorado e de resultados ainda incertos.

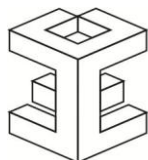


Considerações finais

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 sob monitoramento. Contudo, isso não descarta a possibilidade de efeitos 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.

Mais uma vez, é importante destacar que uma avaliação dos fatores que podem estar agindo sobre as alterações na qualidade ambiental regional, não prescinde de uma análise/monitoramento das atividades desenvolvidas pelo conjunto de atores sociais atuantes na região. Outras atividades como: mineração de carvão; mineração de calcário; indústria cimenteira; silvicultura; monocultura da soja; vitivinicultura; olivicultura, assentamentos rurais (INCRA), saneamento urbano e gestão de resíduos sólidos podem estar gerando efeitos cumulativos e sinérgicos importantes.

Paralelamente, reafirma-se a importância de uma integração entre as políticas federais (IBAMA) e estaduais (FEPAM) de licenciamento, fiscalização e monitoramento. O licenciamento pontual e estratificado (no isolamento das diferentes esferas administrativas) em relação às diversas atividades desenvolvidas na região desconsidera possíveis efeitos cumulativos e sinérgicos destas atividades. Neste sentido, uma participação mais direta do Ministério Público (federal e estadual) neste processo, poderia desempenhar um papel protagonista na defesa dos



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

direitos coletivos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

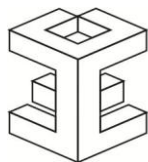
Por fim, a gestão territorial em nível de bacia hidrográfica ou de unidades de paisagem pode proporcionar tal integração, como por exemplo, na elaboração de uma matriz única de monitoramento, compartilhando entre todos os agentes sociais os custos e benefícios deste monitoramento, evitando possíveis sobreposições ou redundância de estudos, reduzindo lacunas e, sobretudo, universalizando o acesso às informações sobre a qualidade ambiental regional.

Relatório fotográfico

EA1 - Estação de Amostragem nº 1- Fazenda Serra do Veleda



Figura 6.1.14 - Vista geral da EA1, Fazenda Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

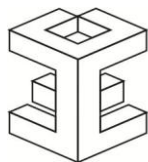
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 6.1.15 - Vista de uma das parcelas na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



Figura 6.1.16 - *Stylosanthes leiocarpa* Vogel (Fabaceae), na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.17 - Flor de *Stylosanthes leiocarpa* Vogel (Fabaceae), na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



Figura 6.1.18 - *Nierembergia riograndensis* Hunz. & A.A.Cocucci (Solanaceae), na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.19 - Flor de *Nierembergia riograndensis* Hunz. & A.A.Cocucci (Solanaceae), na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



Figura 6.1.20 - *Hypochaeris albiflora* (O.K.) Azevêdo-Gonçalves & Matzenbacher (Asteraceae) na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

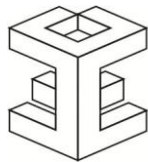
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.21 - Inflorescência de *Hypochaeris albiflora* (O.K.) Azevêdo-Gonçalves & Matzenbacher (Asteraceae), na Fazenda Serra do Veleda.



Figura 6.1.22 - *Oxalis bipartita* na EA1, Fazenda Serra do Veleda.

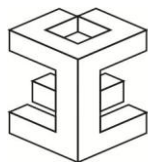


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.23 - *Oxalis bipartita* A. St.-Hil. (Oxalidaceae), na EA1, Fazenda Serra do Veleda.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

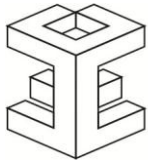
EA2 - Estação de Amostragem nº 2- Fazenda Três Lagoas



Figura 6.1.24 - Vista geral da EA2, Fazenda Três Lagoas.



Figura 6.1.25 - Detalhe de uma das parcelas amostradas na EA 2 Fazenda Três Lagoas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

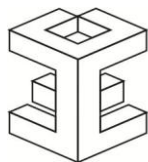
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.26 - Detalhe mostrando a formação de geada sobre a vegetação na EA2, Fazenda Três Lagoas, (agosto de 2018).



Figura 6.1.27 - Flores de *Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae), na EA2, Fazenda Três Lagoas.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

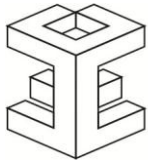
EA3 - Estação de Amostragem nº 3- Fazenda Candiota



Figura 6.1.28 - Vista geral da EA3, Fazenda Candiota.



Figura 6.1.29 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem na EA3, Fazenda Candiota, exibindo os efeitos da estiagem de verão sobre a cobertura vegetal.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

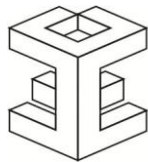
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 6.1.30 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem, em agosto de 2018, na EA3, Fazenda Candiota.



Figura 6.1.31 - *Chaptalia runcinata* Kunth (Asteraceae), na EA3, Fazenda Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

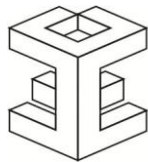
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.32 - Detalhe das superfícies adaxial e abaxial de *Chaptalia runcinata* Kunth (Asteraceae), na EA3, Fazenda Candiota.



Figura 6.1.33 - Floração de *Evolvulus sericeus* Sw. (Convolvulaceae), na EA3, Fazenda Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.34 - Flores de *Evolvulus sericeus* Sw. (Convolvulaceae), na EA3, Fazenda Candiota.



Figura 6.1.35 - *Ophioglossum crotalophoroides* Walter (Ophioglossaceae), na EA3, Fazenda Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.36 - *Oxalis debilis* Kunth (Oxalidaceae), na EA3, Fazenda Candiota.

EA4 - Estação de Amostragem nº 4- Chácara Santa Clara



Figura 6.1.37 - Vista geral da EA4, Chácara Santa Clara, mostrando a infestação severa por *Eragrostis plana* Nees (Poaceae).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br



Figura 6.1.38 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem na EA4, Chácara Santa Clara, mostrando a infestação severa por *Eragrostis plana* Nees (Poaceae).



Figura 6.1.39 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem na EA4, Chácara Santa Clara, mostrando a infestação severa por *Eragrostis plana* Nees (Poaceae).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

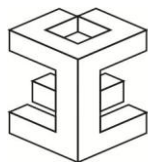
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.40 - *Trifolium polymorphum* Poir. (Fabaceae), na EA4, Chácara Santa Clara.



Figura 6.1.41 - Flores de *Trifolium polymorphum* Poir. (Fabaceae), na EA4, Chácara Santa Clara.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.42 - *Glandularia seeloi* (Spreng.) Tronc. (Verbenaceae), na EA4, Chácara Santa Clara.

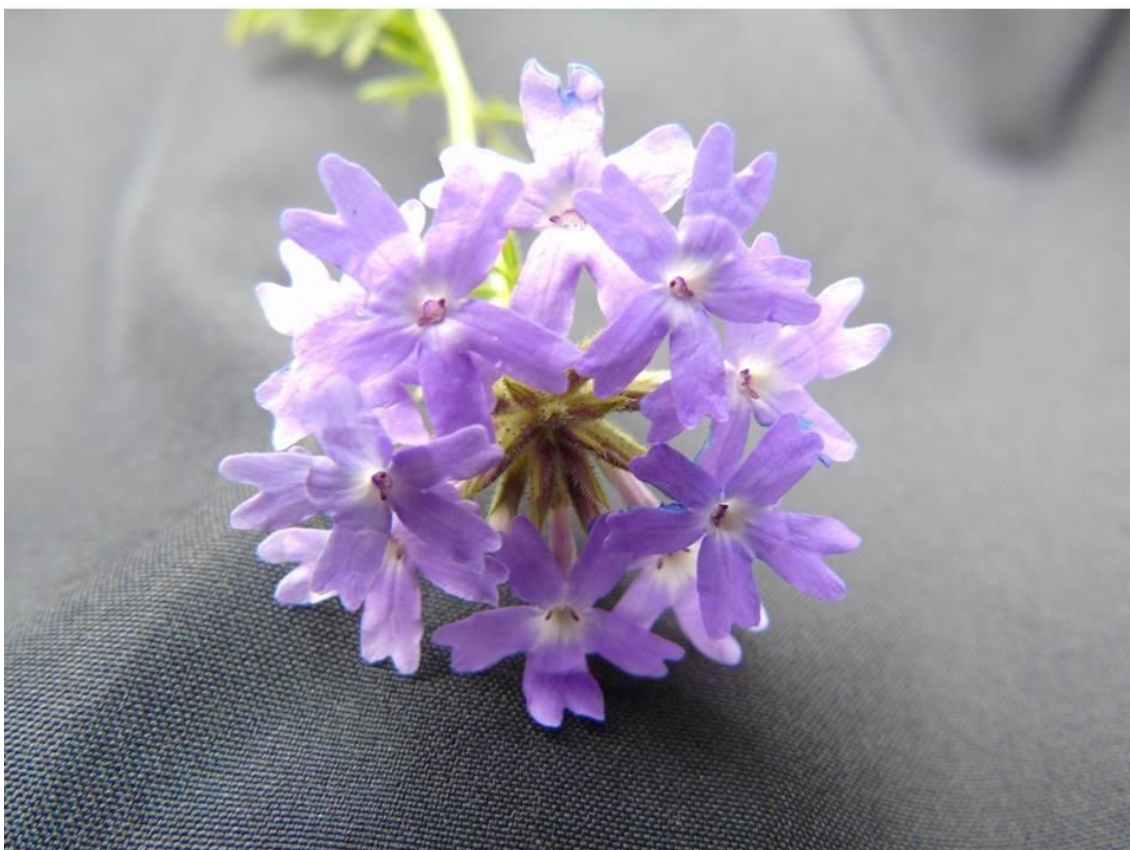
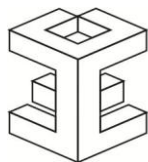


Figura 6.1.43 - Flores de *Glandularia seeloi* (Spreng.) Tronc. (Verbenaceae), na EA4, Chácara Santa Clara.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

EA5 - Estação de Amostragem nº 5- Fazenda Santa Rita



Figura 6.1.44 - Vista geral da EA5, Fazenda Santa Rita.



Figura 6.1.45 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem na EA5, Fazenda Santa Rita.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

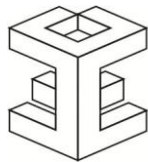
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.46 - Flor *Herbertia pulchella* Sweet. (Iridaceae), na EA5, Fazenda Santa Rita.



Figura 6.1.47 - Flor de *Polygala* sp. (Polygalaceae), na EA5, Fazenda Santa Rita.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

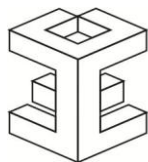
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.48 - *Hypochaeris* sp (Asteraceae), na EA5, Fazenda Santa Rita.



Figura 6.1.49 - Inflorescência de *Hypochaeris* sp. (Asteraceae), na EA5, Fazenda Santa Rita.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

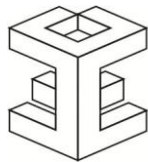
EA6 - Estação de Amostragem nº 6 - Fazenda Amor-de-Mãe



Figura 6.1.50 - Vista geral da EA6, Fazenda Amor-de-Mãe.



Figura 6.1.51 - Detalhe de uma das parcelas de amostragem na EA6, Fazenda Amor-de-Mãe.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Figura 6.1.52 - *Cyperus* sp. (Cyperaceae), na EA6, Fazenda Amor-de-Mãe.



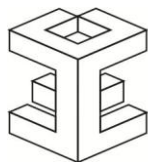
Mapeamento da Cobertura Vegetal

Metodologia

O Mapa de Cobertura Vegetal foi elaborado a partir do processamento de imagens de sensoriamento remoto. Foram utilizadas imagens com datas entre 2009 e 2016. As imagens de satélite foram obtidas junto ao *software* Google Earth Pro, georreferenciadas no sistema de projeção UTM e *datum* WGS89, Posteriormente, tais imagens foram reprojctadas para o *datum* SAD69, através de rotina disponível no *software* IDRISI (Clark University, 2002).

A interpretação, identificação e quantificação dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo, foram realizadas com o auxílio dos *softwares* IDRISI, Carta Linx e ArcGIS 10.3.1.

Para extrair as informações dos produtos de sensoriamento remoto empregaram-se técnicas de interpretação visual, baseadas em elementos usuais, tais como brilho, cor, textura, forma, tamanho, contexto e padrão (Lillesand & Kiefer 2000). Paralelamente, a realização de verificações a campo permitiu o estabelecimento das principais classes de mapeamento, o reconhecimento das fisionomias vegetais existentes, estágios de sucessão ecológica, de sua distribuição em conformidade com o relevo, com os solos e regime hidrológico associado, bem como de seu posicionamento em relação às demais modalidades de uso da terra a compor a paisagem existente na área de estudo. Os trabalhos a campo permitiram, ainda, dirimir possíveis dúvidas surgidas quando da interpretação da imagem oriunda do sensoriamento remoto e confirmar a classificação atribuída a cada classe. Os resultados são apresentados na forma de um mapa temático o Mapa de Cobertura Vegetal.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

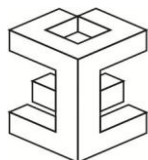
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

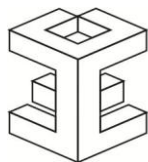
MAPA DE COBERTURA VEGETAL



Referências Bibliográficas

- Caporal, F. J. M. e Boldrini, I. I. 2007. Florística e fitossociologia de um campo manejado na serra do sudeste, Rio Grande do Sul. **R. Bras. Bioc.**, v. 5, n. 2-3, 37-44.
- CLARK LABS. **Cartalinx: The spatial data builder**. Worcester: Clark University. 1998.
- CLARK UNIVERSITY. **IDRISI Kilimanjaro**. Worcester: Clark University. 2002.
- Filho, P. J. S. S.; Macedo, R. B.; Vieira, M. S.; Neves, P. C. P. Florística e estrutura da vegetação campestre nos Campos arbustivos de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, **72(3):351-372**. 2017.
- Girardi-Deiro, A. M., Gonçalves, J. O. N. e Gonzaga, S. S. 1992. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solo no Município de Bagé, RS: fisionomia e composição florística. **Iheringia**, Sér. Bot. 42: 55-79.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. e Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontol. Electron.** 4 (1), 1-9 (doi: 101016/j.bcp.2008.05.025).
- LILLESAND, T.M; KIEFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. John Wiley & Sons, New York. 2000.
- Medeiros, R.B. de e Focht, T. 2007. Invasão, prevenção e utilização do capim-anoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesq. Agrop. Gaúcha** 13, (1-2): 105-114.
- Pillar, V. D. 1997. Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. **Coenoses** 12, 145-148.
- Rio Grande do Sul, 2014. 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**.
- Schneider, A. A. 2007. A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 257-268.
- Setubal, R. B. e Boldrini, I. I. 2010. Floristic and characterization of grassland vegetation at a granitic hill in Southern Brazil. **R. Bras. Bioc.**, v. 8, n. 1, 85-111.
- Silva, A. R., de Andrade, A. L. P., Velazco, S. E., Galvão, F. e do Carmo, M. R. B. 2016. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. **Hoehnea**, 43 (3): 325-347.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of Diversity. **Nature** 163, 688-688. (doi: 10.1038/163688a0).

O compartimento Flora é da responsabilidade técnica dos Biólogos Paulo Luiz de Oliveira e Rogério Both.



6.2 MONITORAMENTO DA AVIFAUNA

Estudos de populações de aves como indicadores de alterações ambientais têm sido amplamente utilizados. Existem muitos fatores que favorecem a utilização da avifauna para a determinação da qualidade de seus ambientes: as aves estão presentes em todos os biomas, ocupando uma grande diversidade de nichos ecológicos, apresentam comportamento relativamente conspícuo, o que permite a identificação em campo sem a necessidade de captura, além de serem bem conhecidas do ponto de vista taxonômico (Graber & Graber, 1976; Vielliard *et al.*, 2010).

Este relatório contém os resultados das quatro campanhas de amostragem realizadas entre novembro de 2017 e julho de 2018, 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 nos dias 2 a 5 de novembro de 2017, 20 a 23 de janeiro de 2018, 28 de abril a 1 de maio de 2018 e 27 a 30 de julho de 2018.

Metodologia

Foram realizadas contagens de aves através de pontos e transectos. Estas metodologias 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). Quatro pontos e dois transectos foram utilizados em cada EA para as contagens.

Toda ave ouvida ou vista durante as contagens foi considerada como um contato (Ralph, 1981; Ralph *et al.*, 1995; Aleixo & Vielliard, 1995).



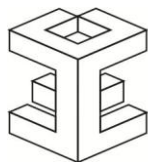
Considera-se como contato uma ave isolada ou indivíduos registrados em pares, em grupos familiares ou em bandos, independentemente do número real de indivíduos presentes. Desta forma, evita-se que espécies mais conspícuas em razão do hábito gregário tenham seu tamanho populacional superestimado em relação à quantidade de amostras obtidas (Vielliard, 2000). Os métodos gerais dos pontos de contagem estiveram de acordo com Bibby *et al.* (1993). As contagens em cada ponto tiveram duração de 10 minutos.

A abundância relativa de cada espécie foi obtida através da divisão do número de contatos pelo número total de pontos realizados 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.

O método por transectos consiste de caminhadas lentas por distintos ambientes, podendo incluir campos secos, campos úmidos, pastagens, cultivos, plantações de eucalipto, bordas de capões, matas ciliares e áreas alagadas. Cada transecto teve duração de 30 minutos 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 de transectos realizados em cada estação amostral, chegando-se a um índice de abundância nos transectos (IAT).

Tanto os pontos como os transectos não tiveram delimitação de raio de contagem, sendo a abrangência dos mesmos limitada pela capacidade auditiva do amostrador. As contagens tiveram início 15 minutos após o nascer do sol e se estenderam por até quatro horas. O esforço dedicado nas duas metodologias descritas acima foi suficiente para cobrir toda a área das propriedades onde estão inseridas as estações amostrais.



Os nomes científicos e a sequência taxonômica das espécies de aves seguiram o proposto pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (Piacentini *et al.*, 2015). Os nomes populares das espécies de aves estão de acordo com Bencke *et al.* (2010).

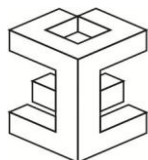
Comparou-se a diversidade entre as EA através do índice de Simpson (1-D). A partir dos valores de diversidade das áreas em cada campanha de amostragem foi realizada uma Anova para verificar a existência diferença significativa na diversidade entre as áreas.

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. Foi utilizada como medida de similaridade a distância euclidiana e o método de ligação por UPGMA.

Para as análises acima foi utilizado o programa Past v 1.21 (Hammer *et al.*, 2008).

Biodiversidade: Resultados e Considerações

Foram registradas 140 espécies de aves nas quatro campanhas realizadas entre novembro de 2017 e julho de 2018 (Quadro 6.2.1). Duas novas espécies foram adicionadas à listagem no período: corução (*Chordeiles nacunda*) e cardeal-do-banhado (*Amblyramphus holosericeus*). Considerando as campanhas realizadas desde 2007, quando teve início o monitoramento, o total acumulado chega a 200 espécies para a área de influência da UTE Presidente Médici (Anexo 6.2.1), o que representa 28,41 % do total de espécies de aves listadas para o Rio Grande do Sul por Franz *et al.* (2018).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

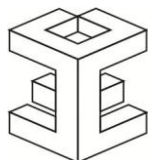
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

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 140 espécies registradas ao longo desse último ano de amostragem, 26,4% (37 espécies) estiveram presentes em uma única EA; 17,1% (24 espécies) em duas EA; 17,1% (24 espécies) em três EA; 15,7% (22 espécies) em quatro EA; e 23,6% (33 espécies) em cinco EA (Quadro 6.2.1).

Quadro 6.2.1 - Ocorrência das espécies de aves nas cinco EA no período entre novembro de 2017 e julho de 2018.

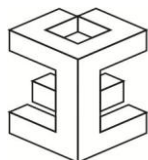
Família	Nome científico	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
Rheidae	<i>Rhea americana</i>	1	1			
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	1	1	1		1
	<i>Nothura maculosa</i>	1	1		1	1
Anhimidae	<i>Chauna torquata</i>		1	1		1
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>		1			1
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	1	1	1		1
	<i>Anas georgica</i>		1			
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>		1			1
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>		1			
Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>		1			
	<i>Mycteria americana</i>	1				
Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianus</i>		1			1
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>					1
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	1	1	1	1	1
	<i>Ardea cocoi</i>					1
	<i>Syrigma sibilatrix</i>			1	1	1
	<i>Egretta thula</i>					1
	<i>Butorides striatus</i>		1			
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	1	1			1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

	<i>Theristicus caerulescens</i>	1	1	1		1
	<i>Theristicus caudatus</i>	1	1	1	1	1
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	1	1	1	1	1
	<i>Cathartes burrovianus</i>		1			
	<i>Coragyps atratus</i>	1	1		1	
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>					1
	<i>Heterospizias meridionalis</i>		1		1	
	<i>Rupornis magnirostris</i>		1			1
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>					1
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	1	1			1
	<i>Gallinula galeata</i>		1			1
	<i>Gallinula melanops</i>					1
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>		1			
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	1	1	1	1	1
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	1	1			
Jacanídae	<i>Jacana jacana</i>		1			1
Columbidae	<i>Columbina picui</i>	1	1	1		1
	<i>Patagioenas picazuro</i>	1	1	1	1	1
	<i>Patagioenas maculosa</i>	1				
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	1				
	<i>Zenaida auriculata</i>	1	1		1	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1	1	1	1
Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>		1			1
	<i>Piaya cayana</i>	1	1	1	1	
	<i>Guira guira</i>	1	1		1	1
	<i>Tapera naevia</i>		1	1	1	1
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>					1
	<i>Chordeiles nacunda</i>				1	
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>		1	1		1
	<i>Hylocharis chrysura</i>			1	1	
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>					1
	<i>Chloroceryle americana</i>		1			
Picidae	<i>Melanerpes candidus</i>		1			1
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	1	1	1		1
	<i>Colaptes melanochloros</i>	1	1	1	1	1
	<i>Colaptes campestris</i>	1	1	1	1	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	1	1		
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	1	1		1
	<i>Milvago chimachima</i>			1	
	<i>Falco sparverius</i>		1	1	1
Psittacidae	<i>Pyrrhura frontalis</i>	1	1		1
	<i>Myiopsitta monachus</i>	1	1	1	1
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	1	1	1	1
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	1	1	1	1
	<i>Mackenziaena leachii</i>	1	1	1	1
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1			
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	1	1	1	1
	<i>Heliobletus contaminatus</i>	1			
	<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	1	1		1
	<i>Phacellodomus striaticollis</i>		1	1	1
	<i>Anumbius annumbi</i>	1	1	1	1
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>		1		1
	<i>Synallaxis spixi</i>		1	1	1
	<i>Limnortyx rectirostris</i>		1		
	<i>Cranioleuca obsoleta</i>	1			1
	<i>Lochmias nematura</i>		1		
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>				1
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	1	1	1	1
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes ventralis</i>	1			
Tyrannidae	<i>Hirundinea ferruginea</i>			1	
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	1		1	1
	<i>Elaenia parvirostris</i>	1	1	1	1
	<i>Elaenia mesoleuca</i>	1			
	<i>Elaenia obscura</i>	1			1
	<i>Serpophaga nigricans</i>		1		1
	<i>Serpophaga subcristata</i>	1	1	1	1
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	1	1	1	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	1	1	1
	<i>Machetornis rixosa</i>		1		1
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	1	1	1	1
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	1	1
	<i>Tyrannus savana</i>	1	1	1	1



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

	<i>Empidonomus varius</i>	1		1	1
	<i>Myiophobus fasciatus</i>		1	1	1
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	1		1
	<i>Lathrotriccus euleri</i>		1		1
	<i>Satrapa icterophrys</i>	1			1
	<i>Xolmis irupero</i>	1	1		1
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	1	1	1
	<i>Vireo olivaceus</i>	1	1	1	1
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	1		1	1
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	1		1	1
	<i>Progne chalybea</i>	1			1
	<i>Progne tapera</i>	1	1	1	1
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	1			1
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	1	1	1	1
Poliophtilidae	<i>Poliophtila dumicola</i>		1		1
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	1	1	1	1
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	1	1	1	1
	<i>Turdus albicollis</i>	1			
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	1	1		1
Motacillidae	<i>Anthus hellmayri</i>		1		
Passerilidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	1	1	1	1
	<i>Ammodramus humeralis</i>		1	1	
Parulidae	<i>Setophaga pitaiyumi</i>	1	1	1	1
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>		1	1	1
	<i>Basileuterus culicivorus</i>		1	1	1
	<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	1	1	1	1
Icteridae	<i>Cacicus chrysopterus</i>	1		1	
	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	1			
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>				1
	<i>Amblyramphus holosericeus</i>		1		
	<i>Pseudoleistes virescens</i>		1		
	<i>Agelaioides badius</i>	1	1		1
	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>		1		1
	<i>Molothrus bonariensis</i>	1	1	1	1
Thraupidae	<i>Saltator similis</i>	1	1	1	1
	<i>Saltator aurantiirostris</i>	1	1		1

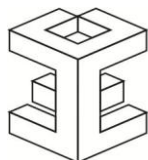


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

	<i>Tangara sayaca</i>	1		1	1	1
	<i>Tangara preciosa</i>	1				
	<i>Stephanophorus diadematus</i>	1	1	1	1	1
	<i>Paroaria coronata</i>	1	1	1	1	1
	<i>Donacospiza albifrons</i>		1			
	<i>Poospiza nigrorufa</i>		1	1	1	1
	<i>Poospiza cabanisi</i>	1	1			
	<i>Sicalis flaveola</i>	1	1	1	1	1
	<i>Sicalis luteola</i>				1	1
	<i>Embernagra platensis</i>			1		1
	<i>Sporophila caerulescens</i>	1	1	1		1
Cardinallidae	<i>Piranga flava</i>			1		
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	1		1	1	1
TOTAL		83	98	67	69	93

Houve uma flutuação na riqueza das espécies entre as campanhas de amostragem (Figura 6.2.1). 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 6.2.1), além da conspicuidade das espécies devido às atividades de demarcação de território e período reprodutivo nas amostragens de primavera (novembro) e verão (janeiro), em contraste com os números mais baixos de espécies nas amostragens, principalmente, de inverno (julho) e no outono (abril).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

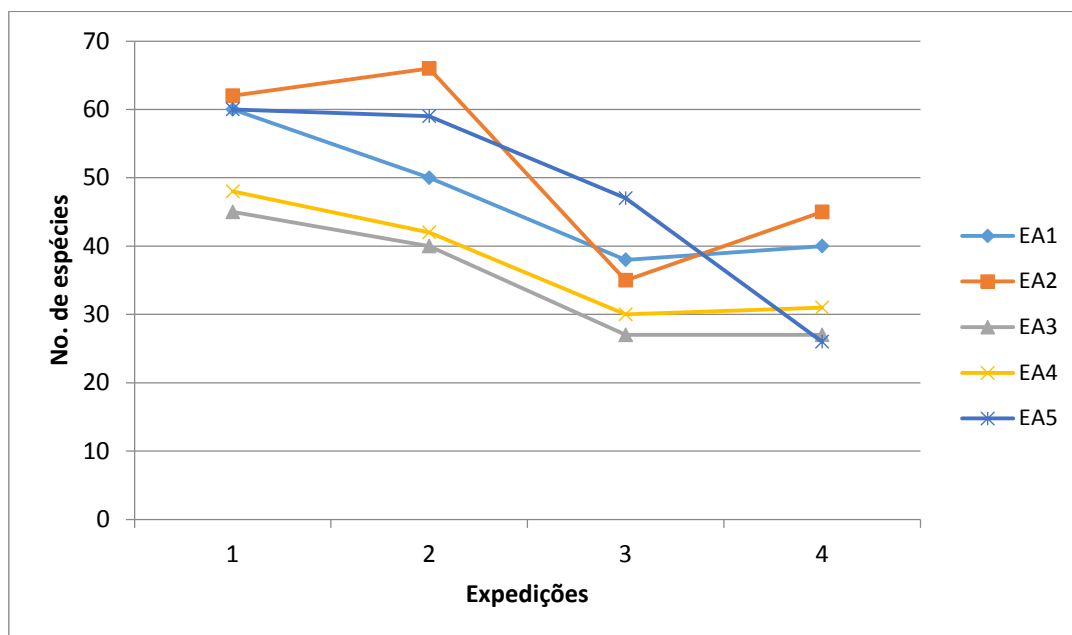
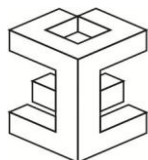


Figura 6.2.1 - Número de espécies de aves registrado em cada estação amostral (EA) nas campanhas realizadas em novembro de 2017 (1), janeiro de 2018 (2), abril de 2018 (3) e julho de 2018 (4).

A EA2 apresentou o maior número de espécies ao longo do ano, seguida pela EA5. As EA 3 e 4, apresentaram valores de riqueza similar no mesmo período (Figura 6.2.2). Os índices de diversidade de Simpson (1-D) para as cinco EA são apresentados no quadro 6.2.2. Não houve diferença significativa na comparação entre os índices de diversidade das EA ao longo do ano ($F = 0,800$; $p = 0,543$).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

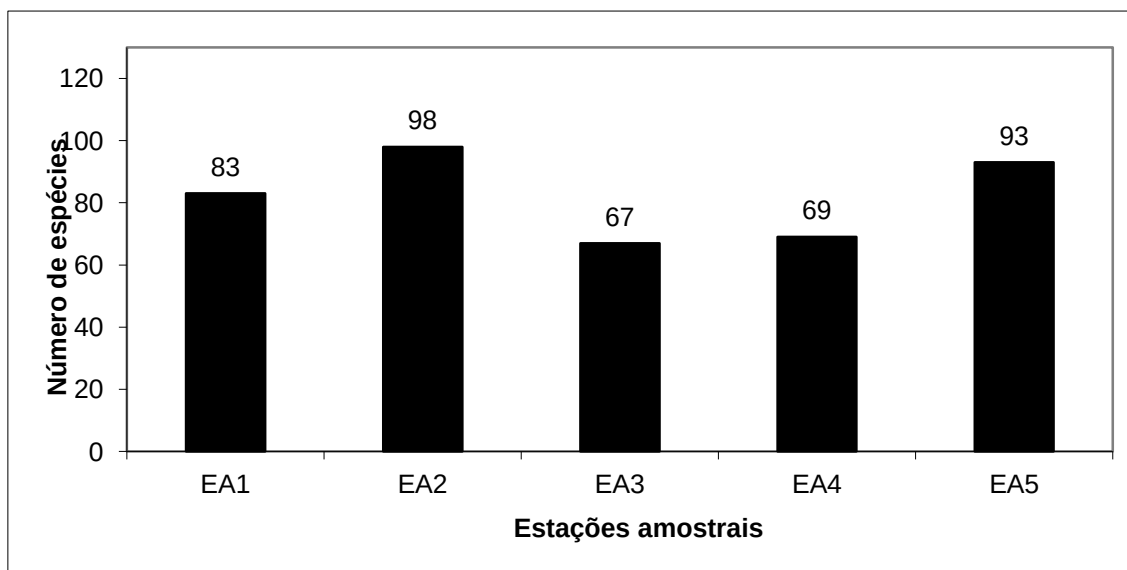


Figura 6.2.2 - Número de espécies de aves registrado nas campanhas realizadas entre novembro de 2017 e julho de 2018 nas cinco estações amostrais (EA) do monitoramento de fauna terrestre da Usina Termoeletrica Pres. Médici, Candiota, RS.

Quadro 6.2.2 - Índice de diversidade de Simpson (1-D) para as cinco EA avaliadas para o componente avifauna com base nos dados obtidos entre novembro de 2017 e julho de 2018.

Campanha	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
Novembro 2017	0,966	0,972	0,963	0,961	0,966
Janeiro 2018	0,962	0,972	0,952	0,952	0,970
Abril 2018	0,947	0,946	0,952	0,940	0,968
Julho 2018	0,960	0,961	0,945	0,947	0,933

A análise de agrupamento (Figura 6.2.3) fornece uma dimensão da similaridade entre as EA em termos de abundância e composição da avifauna. A EA 1 apresentou menor similaridade com as demais áreas. Muito provavelmente, isso se deve a existência de diferenças fitofisionômicas entre a EA 1 e as demais. A EA 1 apresenta uma vegetação típica da Formação Serra do Sudeste e as demais apresentam características de áreas da Campanha.

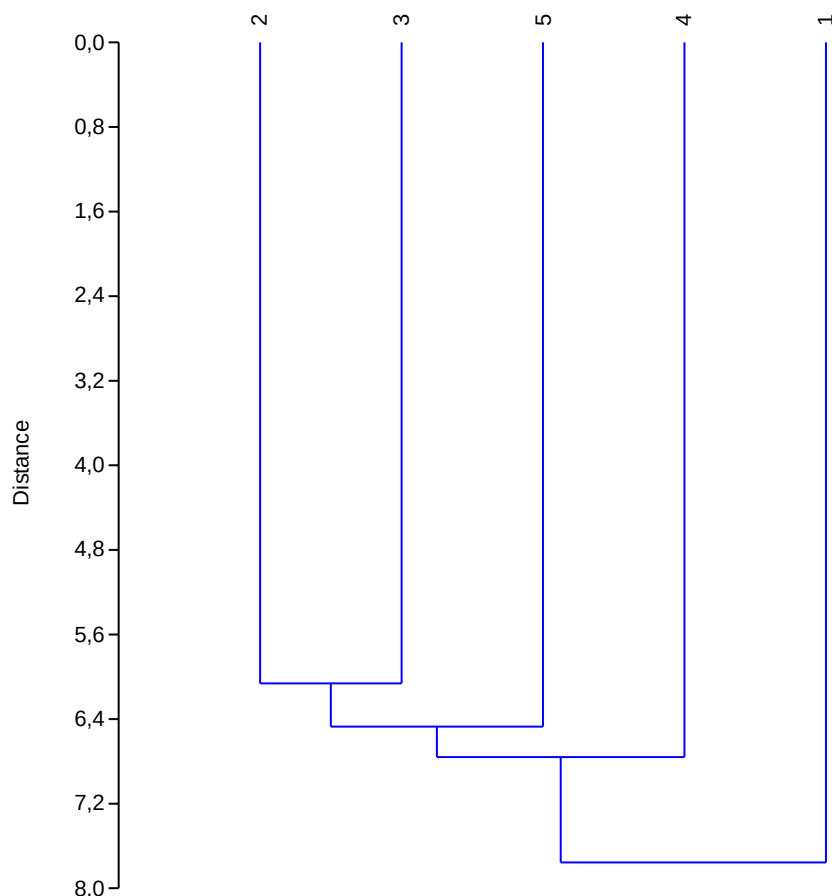
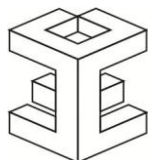
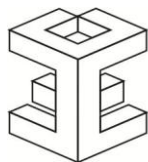


Figura 6.2.3 - Análise de agrupamento das EA (1 a 5) em função da abundância e composição da avifauna nos transectos no período de novembro de 2017 a julho de 2018.

Considerando os índices de abundância das espécies registradas nos pontos de contagem (IPA) e nos transectos (IAT), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*) e o tico-tico (*Zonotrichia capensis*) foram as espécies mais abundantes entre novembro de 2017 e julho de 2018, podendo ser destacados também o quero-quero (*Vanellus chilensis*), juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), guaracava-de-bico-curto (*Elaenia parvirostris*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), juruviara (*Vireo olivaceus*), pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*) e sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), que

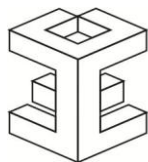


apresentaram contagens expressivas em uma ou mais saídas. Essas aves ocupam uma gama de ambientes, habitando inclusive áreas urbanas.

Vinte e duas 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 em campo – *Mycteria americana*, *Butorides striata*, *Patagioenas cayennensis*, *Coccyzus melacoryphus*, *Chordeiles nacunda*, *Pachyramphus polychopterus*, *Hirundinea ferruginea*, *Elaenia parvirostris*, *Elaenia mesoleuca*, *Empidonomus varius*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myiophobus fasciatus*, *Lathrotriccus euleri*, *Myiodynastes maculatus*, *Myiarchus swainsoni*, *Tyrannus savana*, *Tyrannus melancholicus*, *Vireo olivaceus*, *Stelgidopteryx ruficollis*, *Progne chalybea*, *Progne tapera* e *Piranga flava*. Estas espécies são consideradas comuns ou relativamente comuns, ocupando áreas campestres, capoeiras, capões, matas ciliares, áreas úmidas, áreas rurais e até mesmo cidades, como as duas espécies de *Tyrannus*, por exemplo.

O Ministério do Meio Ambiente considerou 234 táxons de aves como ameaçados de extinção no Brasil (Portaria 444/2014). No Rio Grande do Sul, 91 espécies de aves encontram-se ameaçadas de extinção (Decreto Estadual 51.797/2014). 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.

Durante o último ano de monitoramento, uma espécie categorizada como quase-ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (Decreto Estadual 51.797/2014) foi registrada: junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*), observado na EA 2. A categoria “quase ameaçada” inclui as espécies que presentemente não satisfazem os critérios para ingressar nas categorias formais de ameaça – criticamente em perigo, em perigo ou vulnerável, mas estão perto de se enquadrarem ou é provável que se enquadrem em uma dessas categorias de ameaça em um futuro próximo.



Uma segunda espécie categorizada como quase-ameaçada de extinção já havia sido registrada anteriormente: arapaçu-do-espinilho (*Drymornis bridgesii*). 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 51.797/2014.

A metodologia aplicada no monitoramento pode contribuir na avaliação da interferência das transformações da paisagem sobre a avifauna. A principal transformação da paisagem resultante das atividades do empreendimento é decorrente das áreas de mineração, tanto pela remoção da vegetação existente quanto pelos impactos aos recursos hídricos. Estes impactos afetam diretamente as áreas de extração, assim como, extensões variáveis das áreas adjacentes.

A partir dos resultados obtidos no estudo até o momento, não é possível concluir que as atividades da UTE Pres. Médici estejam causando prejuízo significativo à avifauna local. Isso não quer dizer obrigatoriamente que efeitos negativos sobre esses organismos não estejam ocorrendo, mas sim que considerando os parâmetros avaliados, ainda não há evidências conclusivas dos efeitos.

Para avaliação específica dos efeitos à avifauna da emissão dos gases provenientes da queima do carvão, recomenda-se no futuro a avaliação de metodologias complementares, com a utilização de redes de neblina para a captura de espécies de aves e análise em laboratório de material biológico.

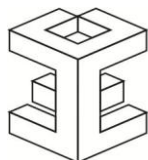


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Anexo 6.2.1 - Lista cumulativa das espécies de aves ocorrentes na área de influência da UTE Pres. Médici, Candiota, RS. *Status*: (R) residente; (M) residente de primavera/verão migratório; (S) visitante migratório de inverno vindo do Cone Sul do continente; (#) *status* assumido, mas não confirmado (segundo Belton, 1994; Bencke, 2001).

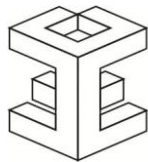
Família	Nome científico	Nome comum	Status RS
Rheidae	<i>Rhea americana</i>	ema	R
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdigão	R
	<i>Nothura maculosa</i>	perdiz	R
Anhimidae	<i>Chauna torquata</i>	tachã	R
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	R
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-pé-vermelho	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>Nannopterum brasilianus</i>	biguá	R
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga	R
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi-verdadeiro	R
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	savacu	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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

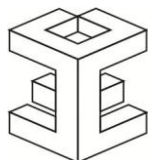
	<i>Accipiter striatus</i>	gaviãozinho	M#
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	R
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca	R
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão	R
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i>	saracuraçu	R
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	R
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	saracura-do-banhado	R
	<i>Gallinula galeata</i>	galinhola	R
	<i>Porphyriops melanops</i>	frango-d'água-carijó	R
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R
	<i>Charadrius collaris</i>	batuíra-de-coleira	R
	<i>Oreopholus ruficollis</i>	batuíra-de-papo-ferrugíneo	S
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo	R
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiae</i>	narceja	R
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	R
	<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	R
	<i>Patagioenas maculosa</i>	pomba-do-orvalho	R
	<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	M#
	<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	R
	<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-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
	<i>Podager nacunda</i>	coruçã	M
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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

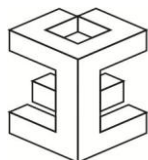
Picidae	<i>Picumnus nebulosus</i>	pica-pau-anão-carijó	R
	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R
	<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R
	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R
	<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	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
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus pachecoii</i>	tapaculo-ferreirinho	R
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R
	<i>Drymornis bridgesii</i>	arapaçu-do-espinilho	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 frontalis</i>	petrim	R
	<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R
	<i>Limnortyx rectirostris</i>	junqueiro-de-bico-reto	R
	<i>Cranioleuca obsoleta</i>	arredio-oliváceo	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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

	<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 chivi</i>	juruviara	M
Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	R
	<i>Cyanocorax chrysops</i>	gralha-picaça	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
Poliophtilidae	<i>Poliophtila 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



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R
	<i>Mimus triurus</i>	calhandra-de-três-rabos	S
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	caminho-zumbidor	R
	<i>Anthus correndera</i>	caminho-de-espora	R
	<i>Anthus hellmayri</i>	caminho-de-barriga-acanelada	R
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R
Parulidae	<i>Setophaga pitiauyumi</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>Amblyramphus holosericeus</i>	cardeal-do-banhado	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>	cambaca	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>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
	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	R
	<i>Saltator aurantirostris</i>	bico-duro	R
	<i>Poospiza nigrorufa</i>	quem-te-vestiu	R
	<i>Microspingus cabanisi</i>	tico-tico-da-taquara	R
	<i>Donacospiza albifrons</i>	tico-tico-do-banhado	R



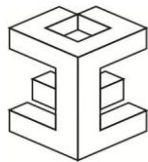
FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaçu-de-fogo	M
	<i>Cyanoloxia glaucoacaerulea</i>	azulinho	R
	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	azulão-verdadeiro	R
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	pintassilgo	R
	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R

Referências Bibliográficas

- 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.
- 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.
- GRABER, J. W.; GRABER, R. R. 1976. Environmental evaluations using birds and their habitats. *Illinois Natural History Survey Bulletin*: 1-39 p.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2008. PAST 1.84: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Electronica* 4 (1).
- PIACENTINI, V. de Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; MAURICIO, G. N.; PACHECO, J. F.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L. F.; BETINI, G. S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A. C.; LIMA, L. M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F. R. do; BENCKE, G. A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L. F. A.; STRAUBE, F. C.; CESARI, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23 (2): 91-298.
- 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.

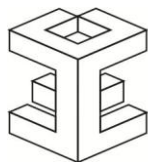


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

- 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.
- VIELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L.; SILVA, W. R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: S. V. Matter, F. C. Straube, I. Accordi, V. Piacentini, J. F. Cândido-Jr. (orgs.). Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books. 516 p.

O compartimento ambiental avifauna tem como responsável técnico o Biólogo Dr. Jan Karel Felix Mähler Junior.



6.3 MONITORAMENTO DA HERPETOFAUNA

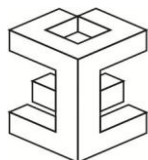
Apresentação

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 novembro de 2017 e julho de 2018.

Objetivos

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

Os objetivos com a investigação da herpetofauna são para identificar as ações das emissões da chaminé da Usina Termelétrica de Candiota nestas comunidades faunísticas. Verificar se existe ação das emissões que afetem a composição e abundância dos organismos nas áreas de influência direta, através das unidades amostrais predeterminadas pelo termo de referência.



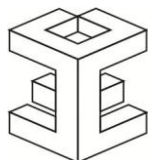
Metodologia

As quatro campanhas realizadas (ver relatórios parciais) contemplam as quatro estações ocorrentes para a região subtropical (primavera (campanha de novembro de 2017), verão (campanha de janeiro de 2018), outono (campanha de abril de 2018) e inverno (campanha de julho de 2018). A metodologia empregada contempla as estratégias amostrais segundo o Plano de monitoramento.

Análise de dados

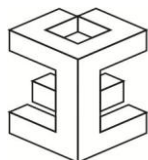
Para verificar se havia diferenças na composição e abundâncias entre Estações Amostrais foram obtidas as matrizes de riqueza e abundância para anuros e répteis para cada Estação Amostral em cada uma das quatro campanhas utilizando o método de classes de machos vocalizando (ver relatórios parciais) para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



Resultados

Foram registradas 10 espécies de anfíbios e 3 de répteis para as cinco estações amostrais de trabalho. Os anfíbios encontrados estão agrupados em 5 famílias (Cycloramphidae, Bufonidae, Hylidae, Leiuperidae, Ranidae e Leptodactylidae) (Tabela 6.3.1) e répteis em 3 famílias (Amphisbaenidae, Teiidae e Colubridae) (Tabela 6.3.2). 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 6.3.1 e 6.3.2) não demonstrando ser significativo tanto para anfíbios quanto para répteis. Os dois primeiros eixos da análise de correspondência explicam 90% da variação da frequência de espécies de anfíbios descritas pelas áreas (Figura 6.3.2) e devido ao baixo N para répteis, a análise de correspondência não apresentou resultados novamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

Tabela 6.3.1 - Espécies de anfíbios encontrados nas estações amostrais no trabalho de monitoramento ambiental para a usina termelétrica de Candiota realizadas entre Novembro de 2017 e Julho de 2018. 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
CYCLORAMPHIDAE						
<i>Limnomedusa</i> <i>macroglossa</i>	rã-das-pedras	1				
<i>Odontophrynus</i> <i>americanus</i>	sapo-da-enchente			1		
HYLIDAE						
<i>Dendropsophus</i> <i>minutus</i>	perereca				1	
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	perereca-do-banhado	1				
<i>Pseudis minutus</i>	rã-boiadora	1			1	1
<i>Scinax fuscovarius</i>	raspa-de-cuia	2	2			1
<i>Scinax uruguayus</i>	raspa-de-cuia	2	2			1
LEIUPERIDAE						
<i>Physalaemus</i> <i>biligonigerus</i>	rã-chorona	1	1	1	1	1
LEPTODACTYLIDAE						
<i>Leptodactylus atrans</i>	rã-mantega		2			
<i>Leptodactylus gracilis</i>	rã	1	1		1	
RANIDAE						
<i>Lithobates</i> <i>catesbeianus</i>	rã-touro				2	



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Tabela 6.3.2 - Espécies de répteis encontrados nas estações amostrais no trabalho de monitoramento ambiental para a usina termelétrica de Candiota realizadas entre Novembro de 2017 e Julho de 2018. E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste)

Família/Espécie	Nome popular	E.A. 1	E.A. 2	E.A. 3	E.A. 4	E.A. 5
AMPHISBAENIDAE						
<i>Amphisbaena darwini</i>	cobra-de-duas-cabeças		1			
TEIIDAE						
<i>Teius oculatus</i>	teiú-verde		1			
COLUBRIDAE						
Sp.	serpente				1	

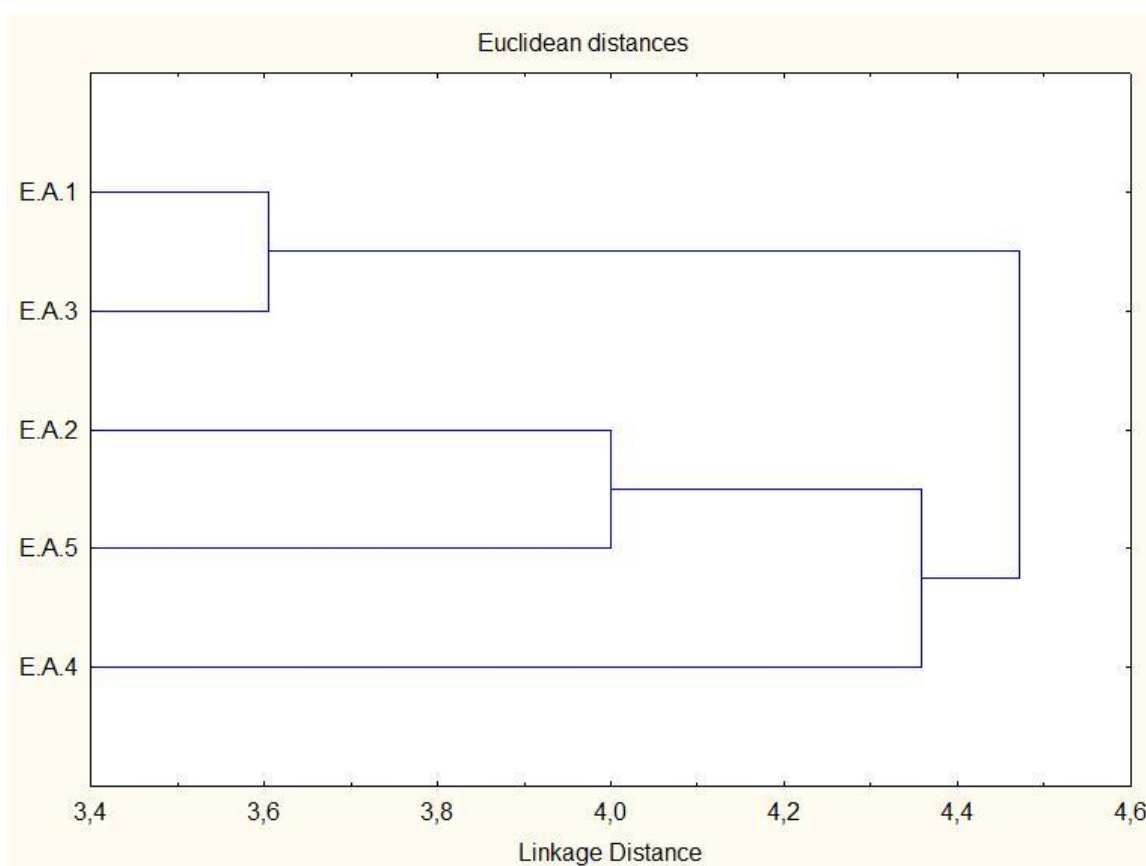


Figura 6.3.1 - Dendrograma (UPGMA) das cinco Estações amostrais descritas pelas espécies de anfíbios. Através da autoreamostragem (Bootstrap) ($p = 1$). Áreas; 1= E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); 2=E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); 3=E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); 4=E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); 5=E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

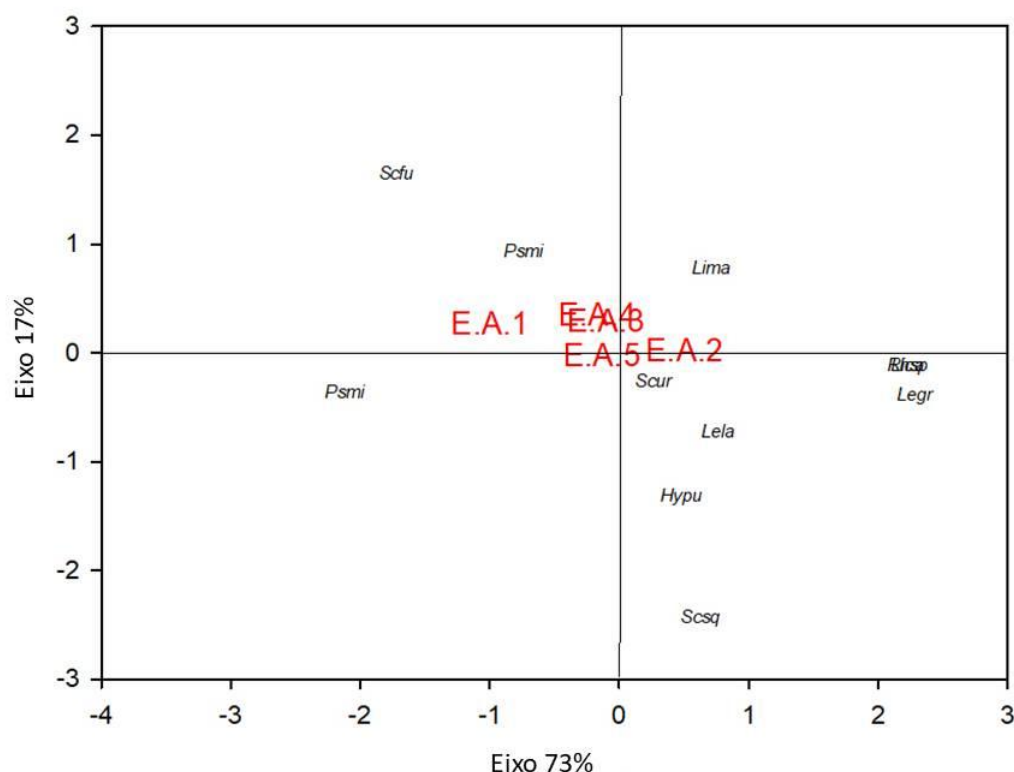
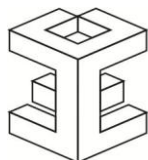


Figura 6.3.2 – Análise de correspondência baseada nos dois primeiros eixos classificando as áreas baseado na riqueza e abundância de anfíbios: Areas; Estação amostral 1: E.A.1, Estação amostral 2: E.A.2, Estação amostral 3: E.A.3, Estação amostral 4: E.A.4, Estação amostral 5: E.A.5. Anfíbios; **Demi**: *Dendropsophus minutus*, **Hypu**: *Hypsiboas pulchellus*, **Legr**: *Leptodactylus gracilis*, **Lela**: *Leptodactylus latrans*, **Lima**: *Limnomedusa macroglossa*, **Lica**: *Lithobates catesbeianus*, **Phbi**: *Physalaemus biligonigerus*, **Psmi**: *Pseudis minutus*, **Rhsp**: *Rhinella* sp., **Scfu**: *Scinax fuscovarius*, **Scsq**: *Scinax squalirostris*, **Scsq**: *Scinax uruguayos*.

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 4 podemos observar que o maior número de espécies de anfíbios ocorrem nas estações amostrais 1, 2, 4 e 5 para todas as estações amostrais ocorreram. Para répteis o maior número de espécies foi registrado para a E.A.2 (Figura 6.3.5).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

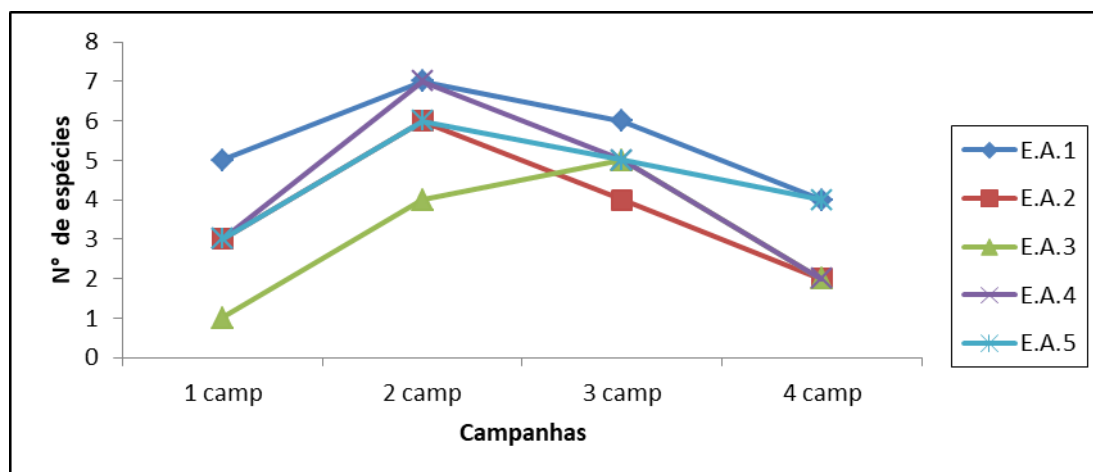


Figura 6.3.4 - Número de espécies de anfíbios registradas em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste)

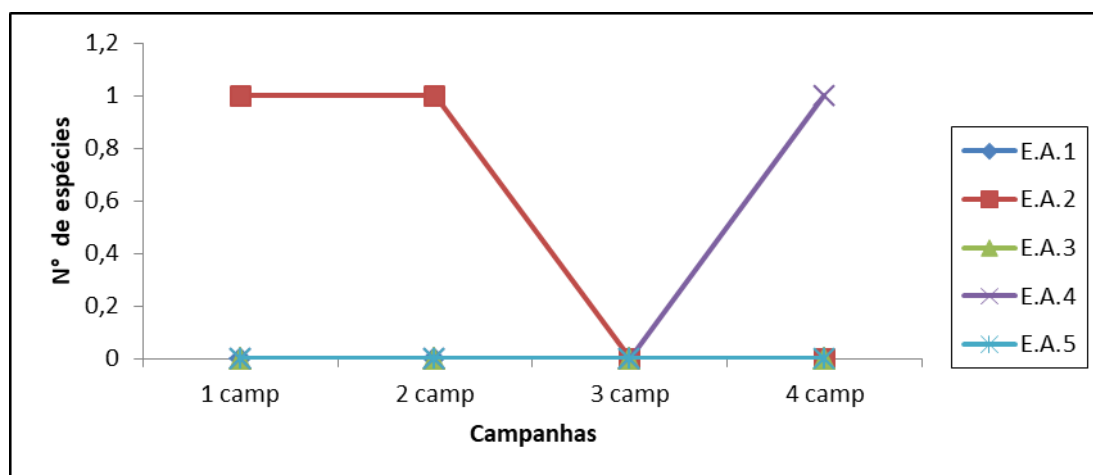
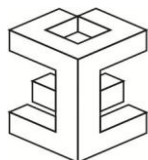


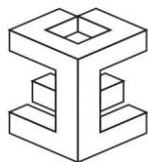
Figura 6.3.5 - Número de espécies de répteis registrados em cada Estação amostral para cada campanha; E.A.1, Estação amostral 1 (Serra da Veleda); E.A.2, Estação amostral 2 (Fazenda Três Lagoas); E.A.3 Estação amostral 3 (Fazenda Candiota); E.A.4 Estação amostral 4 (Nordeste); E.A.5 Estação amostral 5 (Sudeste)



Discussão

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), (Herpetologia UFRGS. 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 8 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.

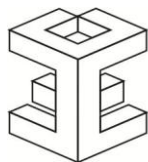
Para répteis o número de espécies registradas até o momento para o estado é de 118, sendo um jacaré, seis cobras-de-duas-cabeças, 11 tartarugas, 21 lagartos e 79 serpentes (Lema, 1994; Di-Bernardo et al., 2004a, Herpetologia, 2010) site da (Herpetologia UFRGS. 2010) e algumas discussões sobre ocorrências ainda estão abertas (Di-Bernardo et al., 2004a). Em nosso trabalho foram registradas apenas 20 espécies para as 5 E.A. no somatório dos 8 contratos de monitoramento, certamente mais espécies ocorrem na região e não foram amostradas devido a metodologia aplicada e características ecológicas do grupo pois amostragens com répteis são mais complicadas devido aos hábitos das espécies. A amostragem feita foi de acordo com o Plano de Monitoramento, entretanto mesmo com esforço de campo superior as assembléias podem ser subamostradas, pois trabalhos com história natural de répteis após vários anos de amostragens ainda registram encontros de novas espécies. Nota-se também que o número de registros vem diminuindo de forma significativa. Espécies antes abundantes, agora estão cada vez mais raras.



Os resultados das análises demonstram que a cada novo monitoramento, os registros são mais escassos, tanto riqueza quanto abundância relativa tem diminuído muito. Algumas estações amostras (3 e 4) continuam caracterizadas como as áreas mais pobres em termos de ambientes propícios para o estabelecimento de comunidades de anfíbios. Esta situação se deve à desconfiguração do ambiente natural, tendo o menor número de corpos d'água. A E.A.3 têm grande parte da sua área 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.

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.

Novamente a redução nos registros de répteis em comparação aos últimos três monitoramentos foi acentuada. No monitoramento realizado no período de 2014-15 foram registradas 11 espécies de répteis, no período de 2015-



16 foram registradas 7 espécies, no período de 2016-17 foram registradas 4 espécies e neste relatório foram registradas 3 espécies. Uma queda considerável sendo que dos 3 registros, 2 foram na mesma unidade amostral.

O que claramente observamos em campo, e através dos dados, é uma forte ação de múltiplos fatores influenciando a composição e abundância de espécies. As atividades de plantio (principalmente na estação amostral 2), assim como uso de gado dentre diversos usos da terra certamente alteram a composição da fauna de anfíbios.

Não é possível definir um único ou até mesmo o principal causador dos declínios observados neste monitoramento. Novamente chamo a atenção para a estação amostral 2 (Três Lagoas). A descaracterização do habitat no entorno desta unidade aumenta a cada nova campanha. Certamente esta alteração de habitat causa enorme diminuição no registro de indivíduos.

A região, e seus arredores, sofre inúmeras influências diretas e indiretas que causam degradação ambiental e consequente estes fatores são limitantes para a composição e abundância de espécies de répteis e anfíbios.

Esta situação certamente acarreta em uma modificação na composição das comunidades registradas nestas unidades amostrais. Pode inclusive, aumentar o número de registros nestas propriedades, pois os organismos procuram por refúgio e nestas propriedades encontram estes refúgios. Portanto o aumento no número de espécies e indivíduos pode potencialmente, refletir uma considerável degradação ambiental no seu entorno. Neste contexto observamos não somente as unidades amostrais, mas sim as unidades amostrais e seu entorno e contexto ambiental. Toda a região no entorno das unidades amostrais sofre de inúmeras fontes de degradação ambiental, e estas diversas fontes devem ser monitoradas na sua origem, desde a mineração, aos efluentes emitidos por estas empresas



assim como as suas emissões atmosféricas. Além do monitoramento habitual, o monitoramento na fonte dos agentes emissões deve ser observado.

Novamente recomendo a reestruturação completa do termo de referência deste 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. Por último também recomendo levar em conta imagens landsat históricas e recentes das unidades amostrais como método de comparação quanto a desfragmentação de paisagem.

Referências Bibliográficas

- Cruz, C.A.G. & Fusinato, L.A. 2008; Rosset, 2008. A new species of *DenDrophryniscus*, Jiménez de la espada, 1871 (Amphibia, Anura, bufonidae) from the Atlantic Rain forest of Rio Grande do Sul. Brazilian Society of Herpetology. South American Journal of Herpetology. 3(1):22-26
- Di-Bernardo, M.; Borges-Martins, M. & Oliveira R. B. 2004. Proposed deletion of eight species of snakes from the Brazilian State of Rio Grande do Sul herpetofauna. Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool., 17(1):45-50.
- Di-Bernardo, M., Oliveira, R.B., Pontes, G.M.F., Melchior, 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.
- Garcia, P. C. A. & Vinciprova, G. 2003. Anfíbios. In: Fontana, C.S.; Bencke, G.A. & Reis, R. E. dos. Org. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, EDIPUCRS. p. 147-164
- Haddad, C. F. B., 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.

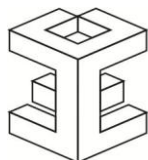


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

- Herpetologia UFRGS. 2010. Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. On line. Versão 1.0, Novembro 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/herpetologia>>. Acesso em 01/07/2017.
- International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. version 2011.2. Available from: <www.iucnredlist.org>. Access in: Jul. 2013.
- Kwet, A. 2001. Frörsch im brasilianischen Araukarienwald – Anurengemeinschaft des Araukariwaldes von Rio Grande do Sul: Diversität, Reproduktion und Ressourcenaufteilung. Tübingen, Natur und Tier-Verlag, 192p.
- Kwet, A. 2005. Aktuelle Artenliste der der amphibien . In: Kwet, A. Frösche – Frogs – Anuros . Disponível em: <www.kwet.de>. Acesso em jul/2013
- Kwet, A. 2008. New species of *Hypsiboas* (Anura: Hylidae) in the *pulchellus* group from southern Brazil. Rheinbach. Salamandra. 44(1):1-14
- Legendre P, Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*, 2nd edn. Elsevier, Amsterdam, 351 The Netherlands.
- Lema, T. 1994. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Comum. Mus. Ciênc. PUCRS. Ser. Zool., 7:41-150.
- Pillar VD. 2004. MULTIV: Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling: Software v. 2.3.20. Departamento de Ecologia, 383 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. (Software and manual available from <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V.D. & L. Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Rosset, S.D. 2008. New Species of *Odontophrynus* Reinhardt and Luíken 1862 (Anura: Neobatrachia) from Brazil and Uruguay. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Journal of Herpetology*. 42(1):134-144.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

O compartimento Herpetofauna é de responsabilidade técnica do Biólogo Jorge Sebastião Bernardo-Silva.



7. BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR-FLORA

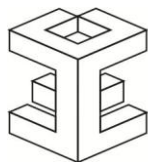
Introdução

O presente relatório apresenta a compilação dos resultados das oito campanhas de amostragem realizadas durante a vigência do contrato relativo ao período entre novembro de 2016 a julho de 2018 cujo objetivo específico foi caracterizar a dispersão das emissões atmosféricas da usina térmica de Candiota sobre a região adjacente a esta e tendo como base a distribuição espacial dos teores de cádmio, chumbo, zinco, enxofre e fluoreto em três espécies vegetais nativas do estrato herbáceo. Esses elementos são emitidos a partir da combustão do carvão na forma gasosa ou associados às partículas de cinzas leves e dessa forma podem ser transportados a longas distâncias antes de se depositarem sobre um corpo receptor. Ao retornarem à superfície por deposição seca ou por via úmida esses elementos podem ser absorvidos e acumulados na vegetação (*biomonitoramento passivo*) ou por quaisquer organismos previamente expostos nos mesmos locais (*biomonitoramento ativo*) constituindo-se dessa forma o princípio básico no qual se fundamenta o biomonitoramento (Nakazato *et al.*, 2018).

Metodologia

A área de estudo está localizada no município de Candiota que por sua vez se localiza na porção oeste do escudo sul-riograndense na região sudeste do Rio Grande do Sul a uma altitude média de 250 metros acima do nível do mar em uma superfície relativamente plana com declives suaves nas direções norte e leste (Braga, Teixeira & Alves, 2004).

A região sofre a influência de massas de ar de origem tropical e polar marítima. O clima é do tipo *Cfa* (subtropical com precipitação bem distribuída ao longo do ano, segundo a classificação de Köppen); apresenta uma precipitação total média anual registrada entre 1961 e 1990 de 1.465



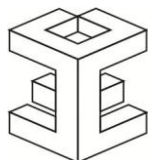
mm e temperatura média anual de 18 °C (Braga, Teixeira & Alves, 2004; Migliavacca *et al.*, 2004). A direção predominante dos ventos é do quadrante Nordeste (NE) ao longo de todo o ano (Braga *et al.*, 2004) com uma velocidade média de 4 m s⁻¹ (Migliavacca *et al.*, 2004).

Em Candiota localiza-se o maior complexo termelétrico brasileiro o qual opera um conjunto de cinco turbinas que somadas resultam em uma capacidade instalada de 796 MW e cujo combustível provém do carvão mineral extraído a céu aberto na região (CGTEE - Candiota, 2018). O carvão mineral utilizado em Candiota apresenta um elevado teor de cinzas – 52,2-59,0% – Corrêa da Silva (1993). As cinzas leves (*fly ash*) resultantes da combustão devido ao seu tamanho diminuto têm capacidade para se dispersarem a longas distâncias transportando associados a elas inúmeros elementos-traço tóxicos, tais como o cádmio e o chumbo.

Além da usina termelétrica, há outras fontes de emissões atmosféricas de menor porte na região – duas fábricas de cimento (Votorantim Cimentos Brasil Ltda e CCB Cimpor Cimentos do Brasil Ltda) e uma mineração de calcário – cujas emissões se somam às da usina térmica e contribuem para os resultados encontrados na vegetação da região. Além da atividade mineradora e industrial, a região é também fortemente impactada pela mineração/beneficiamento do carvão pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM), pela pecuária extensiva e pela alteração do uso do solo pela silvicultura.

Biomonitoramento passivo

As amostras de plantas do biomonitoramento passivo foram coletadas uma rede de amostragem constituída de dez locais de amostragem (Tabela 7.1). Os locais de amostragem foram distribuídos em diferentes orientações e distâncias a partir de seu ponto central – a usina térmica de Candiota – a qual se constitui na maior fonte emissora da região.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

No período compreendido entre novembro de 2016 a julho de 2018 foram realizadas oito visitas à região para coleta de amostras de folhas e ou parte aérea de três espécies herbáceas nativas da região e ocorrentes na maioria dos locais de amostragem. As espécies amostradas foram: *Elephantopus mollis*, *Baccharis trimera* e *Paspalum notatum* (Tabela 7.2).

As visitas a campo obedeceram ao cronograma de amostragem previsto no Plano de Monitoramento para os Bioindicadores da Qualidade do Ar apresentado no relatório inicial.

Tabela 7.1 - Estações amostrais da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar.

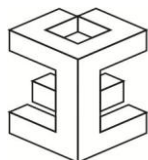
Estações de amostragem (EA)	Denominação
1	Serra do Veleda (referência)
2	Fazenda Três Lagoas
3	Candiotão
4	Chácara Santa Clara
5	Fazenda Eugênio Fagundes
7	Assentamento São José
8	Afucan
9	Vila Operária
11	8 de agosto
12	Pedras Altas (EMQAr*)

* Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar

Tabela 7.2 - Espécies do biomonitoramento passivo.

Espécie	Família	Nome comum	EAs (presença)
<i>Elephantopus mollis</i>	Asteraceae	-	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11 e 12
<i>Baccharis trimera</i>	Asteraceae	carqueja	todas
<i>Paspalum notatum</i>	Poaceae	grama-forquilha	todas

Foram realizadas oito campanhas amostrais (Tabela 7.3) nas quais foram visitadas todas as estações de amostragem para coleta de amostras de folhas ou parte aérea das espécies selecionadas para o biomonitoramento passivo. A espécie de *E. mollis* não foi encontrada na Vila Operária (EA 9) na maioria das campanhas amostrais e por vezes em quantidade reduzida no Candiotão (EA 3) devido a episódios de queimadas naquele local como ocorrido no início de janeiro neste sítio de amostragem. Da mesma forma, poucos indivíduos de *B. trimera* foram encontrados neste local. Ao contrário



dessas duas espécies, a gramínea *P. notatum* recuperou-se rapidamente das queimadas apresentando folhas bem desenvolvidas e uma cobertura abundante favorecendo a coleta de amostras naquele local.

Tabela 7.3 - Datas das coletas dos bioindicadores passivos

Coletas passivo	Datas	Coletas passivo	Datas
1 ^a	12-13/11/2016	5 ^a	4-5/11/2017
2 ^a	7-8/01/2017	6 ^a	17-18/01/2018
3 ^a	8-9/04/2017	7 ^a	7-8/04/2018
4 ^a	8-9/07/2017	8 ^a	14-15/07/2018

As amostras foram coletadas em dois dias de trabalho de campo e acondicionadas em sacos de plásticos em cada campanha amostral. Após a coleta em campo as amostras foram submetidas a uma triagem para separação de folhas e caules alados (carqueja) de restos de raízes, caules, solo e acondicionadas em sacos de papel para envio ao laboratório Greenlab, responsável pela preparação das amostras e análise dos teores dos elementos-traço.

No envio das amostras ao laboratório foi solicitado o seguinte procedimento para preparação das amostras para as análises:

1. Amostras de *E. mollis* e *B. trimera* lavadas em água corrente e colocadas em banho ultrassom com água desionizada por 2 minutos e enxaguadas três vezes com água desionizada.
2. Amostras *P. notatum* divididas em subamostras (lavado e não-lavado)
3. Amostras de *P. notatum* (lavado) procedimento igual ao das amostras de *E. mollis* e *B. trimera* e amostras de *P. notatum* (não-lavado) lavadas unicamente com água corrente para retirar o solo aderido às folhas.
4. As amostras secas em estufa à 60°C por 48 horas e moídas em peneira de 20 mesh.



Os parâmetros analisados nas amostras foram:

1. teores de cádmio, chumbo e zinco em todas as amostras;
2. teor de enxofre apenas em amostras de *E. mollis*, *B. trimera* e *P. notatum* (lavado);
3. teor de fluoreto em todas as amostras de *P. notatum* (lavado e não-lavado).

Na apresentação e discussão dos resultados utilizou-se o *Índice de poluição por metais* (IPM) proposto por Singh *et al.* (2008) o qual sintetiza em um único valor os teores dos quatro metais analisados e é calculado com base na seguinte fórmula:

$$IPM = ([Cd] \times [Pb] \times [Zn])^{1/3}$$

Para análise estatística dos dados foi utilizada a análise de variância com dois fatores: *período de coleta* e *estação de amostragem*. O teste de comparação de médias de Dunnett foi usado para testar se os teores médios de metais, enxofre e fluoreto diferiam significativamente dos teores encontrados nas plantas da estação de referência (EA 1 – Serra do Veleda) para um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$)

Biomonitoramento ativo

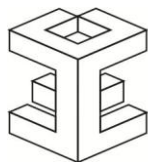
Ramos de árvores cobertos com líquens dos gêneros *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.*, dentre outros, foram coletados na Reserva Particular do Patrimônio Natural Barba Negra de propriedade da CMPC Celulose Riograndense distante a aproximadamente 40 km ao sul de Porto Alegre (RESERVA Barba Negra – Celulose Riograndense, 2018). Este local foi escolhido por apresentar uma área preservada e distante de fontes conhecidas de poluentes atmosféricos capazes de contaminar os espécimes amostrados.



Os ramos maiores foram fracionados em porções entre 20-30 cm de comprimento e divididos em grupos formados por quantidades aproximadamente equivalentes contendo os dois gêneros de líquens acima citados. Uma vez separados em quantidades equivalentes, cada conjunto de ramos foi cuidadosamente colocado em uma bolsa em formato de envelope de 30 × 40 cm de comprimento confeccionada em tela plástica preta com abertura de malha de 2 cm. As bolsas contendo os líquens foram dispostas em galhos sob a copa de árvores a uma altura em torno de 1,5 a 2 metros acima da superfície do solo, colocando-se uma bolsa para cada local da rede de amostragem constante da tabela 7.1. Além destes locais, uma bolsa foi colocada nas proximidades da estação de monitoramento automático da qualidade do ar localizada no bairro Dario Lassance (31°32'45,7" S – 53°42'43,8" W) a qual foi designada pelo código EA 6.

A exposição dos líquens teve início em janeiro de 2017 e foi concluída em janeiro do ano seguinte totalizando um ano completo de exposição. Por ocasião da coleta dos líquens em janeiro de 2018, um novo conjunto de líquens foi colocado nas mesmas condições e locais em substituição aqueles que foram removidos. Foi possível recuperar as amostras expostas na quase totalidade dos sítios de amostragem, apenas no Assentamento São José (EA 7) a bolsa contendo os líquens foi extraviada em função da remoção da árvore na qual os líquens estavam expostos devido a alterações da área de campo para o cultivo de soja. Nos demais locais obteve-se material em quantidade suficiente para as análises de metais e enxofre, com exceção da EA 9 localizada na Vila Operária, na qual a quantidade de *Teloschistes sp.* foi insuficiente para a realização das análises.

Após a coleta dos líquens, todos os indivíduos de *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.* de cada local de amostragem foram cuidadosamente removidos dos ramos com o auxílio de pinças plásticas; as demais espécies presentes foram descartadas. Dessa maneira, de cada local de amostragem foram obtidas duas amostras compostas, uma de cada organismo-alvo: *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.* Dos talos do tipo folioso de *Parmotrema*



sp. tomarem-se os cuidados necessários para remover todos os traços de material do forófito no qual estes líquens estavam aderidos a fim de não mascarar os resultados. As amostras foram acondicionadas em placas de Petry plásticas e enviadas para o laboratório Greenlab para análise dos teores de cádmio, chumbo, zinco e enxofre.

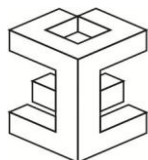
Antes da exposição dos líquens, uma amostra de cada um dos líquens foi separada e enviada ao laboratório para análise dos mesmos elementos em conjunto com as amostras que foram expostas no intervalo de um ano para fins de comparação do grau de acumulação dos elementos químicos nos líquens em razão da exposição, esta amostra recebeu a denominação de EA 0.

Resultados e Discussão

Biomonitoramento passivo

Dentre as espécies vegetais analisadas neste estudo, a herbácea *Elephantopus mollis* apresentou a maior capacidade de acumulação de metais e enxofre na biomassa de folhas. Em vista disto, começaremos a descrição dos resultados a partir das concentrações de metais e enxofre nesta planta.

Em linhas gerais puderam-se distinguir dois grupos de estações de amostragem considerando-se o teor de cádmio nas folhas de *E. mollis* (Figura 7.1). Um grupo contendo as estações de amostragem localizadas em um raio menor do que seis quilômetros, ou seja, a menor distância da usina; este grupo inclui as EAs 2, 3, 4, 5 e 8 e se caracterizou por apresentar teores médios de cádmio nas folhas de *E. mollis* em torno de 0,5 mg Cd kg⁻¹. O outro grupo formado pelas EAs 1, 7, 11 e 12 localizadas a maior distância da usina (raio > 10 km) caracterizou-se por apresentar maior variabilidade nos teores de cádmio nas plantas apresentando com frequência teores superiores a 1,0 mg Cd kg⁻¹, notadamente nas folhas das



plantas das EAs 7, 11 e 12 localizadas na direção preferencial dos ventos. A Serra do Veleda (EA 1) apresentou características intermediárias entre estes dois grupos, com teores de cádmio em *E. mollis* abaixo de 0,5 mg Cd kg⁻¹ em 60% das coletas e o teor máximo de 2,52 mg Cd kg⁻¹ encontrado na coleta de julho de 2017 (Figura 7.1).

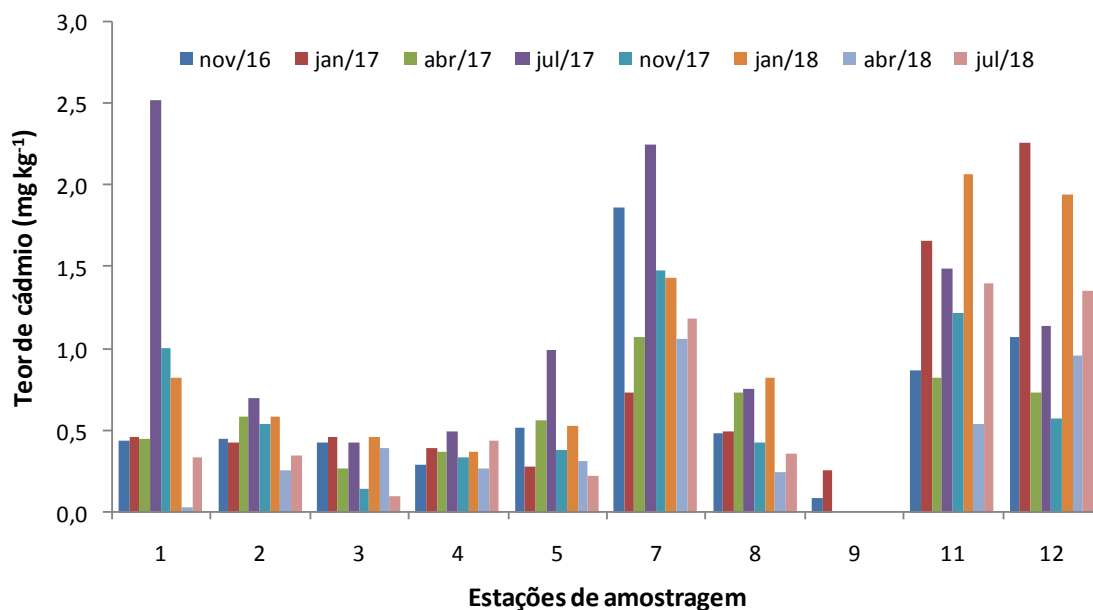


Figura 7.1 - Teores de cádmio (mg kg⁻¹) em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeletrônica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018.

Os teores médios de cádmio nas folhas de *E. mollis* são apresentados na figura 7.2, onde se pode observar que as plantas das EAs 7, 11 e 12 apresentaram teores médios superiores a 1,2 mg Cd kg⁻¹, as plantas provenientes da AFUCAN (EA 8) apresentaram teor médio em torno de 0,5 mg Cd kg⁻¹ e as demais estações de amostragem, com exceção da Serra da Veleda (EA 1), teores médios < 0,5 mg Cd kg⁻¹. A análise estatística indicou diferenças significativas entre os períodos de coleta e as médias das plantas do Assentamento São José (EA 7) e 8 de agosto (EA 11) significativamente mais altas que a média das plantas da estação de referência (Figura 7.2).

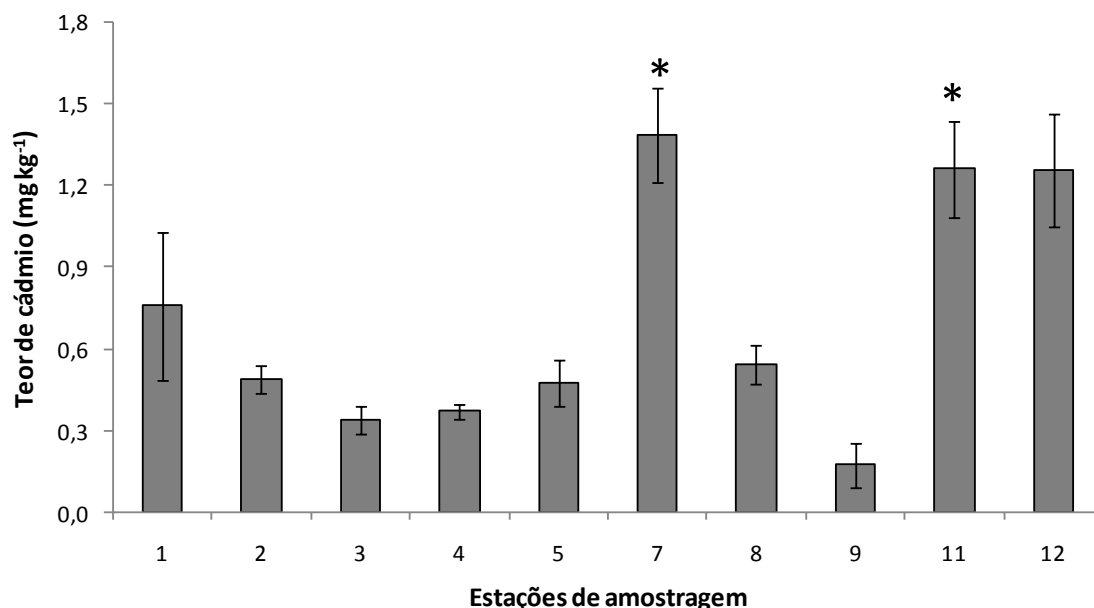
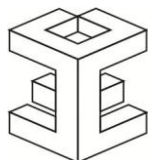
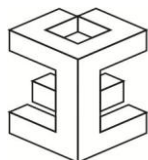


Figura 7.2 - Teor médio de cádmio (mg kg⁻¹) em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeleétrica de Candiota. As médias acompanhadas por (*) apresentam diferença significativa com a média da EA 1 pelo teste de Dunnett para $\alpha = 0,05$.

Tal como observado em relação aos teores de cádmio, foi possível igualmente distinguir dois grupos de estações de amostragem considerando-se o teor de zinco nas folhas de *E. mollis* (Figura 7.3). Um grupo formado pelas estações de amostragem 1, 3, 4 e 7 cujos teores de zinco nas plantas foram menores ou iguais a 50 mg Zn kg⁻¹ e outro grupo formado pelas demais estações de amostragem que se caracterizou por apresentar maior variabilidade nos teores de zinco; deste segundo grupo fazem parte as EAs 2, 8, 11 e 12 situadas na direção preferencial dos ventos à jusante da usina termoeleétrica e que apresentaram teores máximos de zinco nas plantas de 147 mg Zn kg⁻¹ em julho de 2017 na Fazenda Três Lagoas (EA 2) e 191 e 160 mg Zn kg⁻¹ em Pedras Altas (EA 12) nas coletas de janeiro e julho de 2017, respectivamente.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

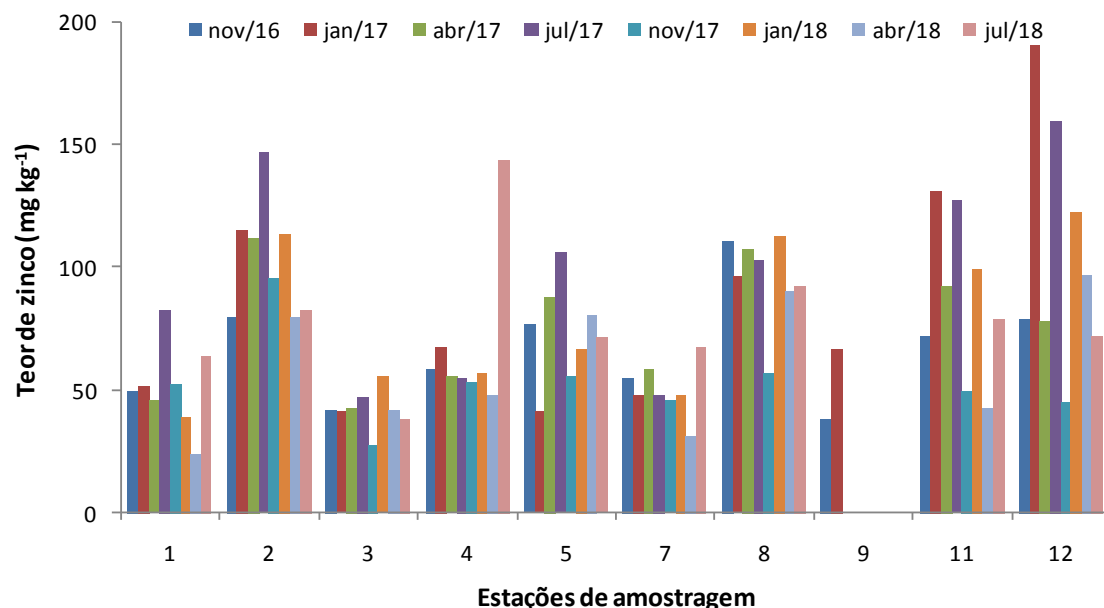


Figura 7.3 - Teores de zinco (mg kg^{-1}) em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeleétrica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018.

Os teores médios de zinco em folhas de *E. mollis* são apresentados na figura 7.4. As plantas coletadas na Fazenda Três Lagoas (EA 2) e Pedras Altas (EA 12) apresentaram teores médios em torno de $100 \text{ mg Zn kg}^{-1}$, enquanto teores médios $\leq 50 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ foram encontrados nas plantas provenientes da Serra da Veleda (EA 1), Candião (EA 3) e Assentamento São José (EA 7).

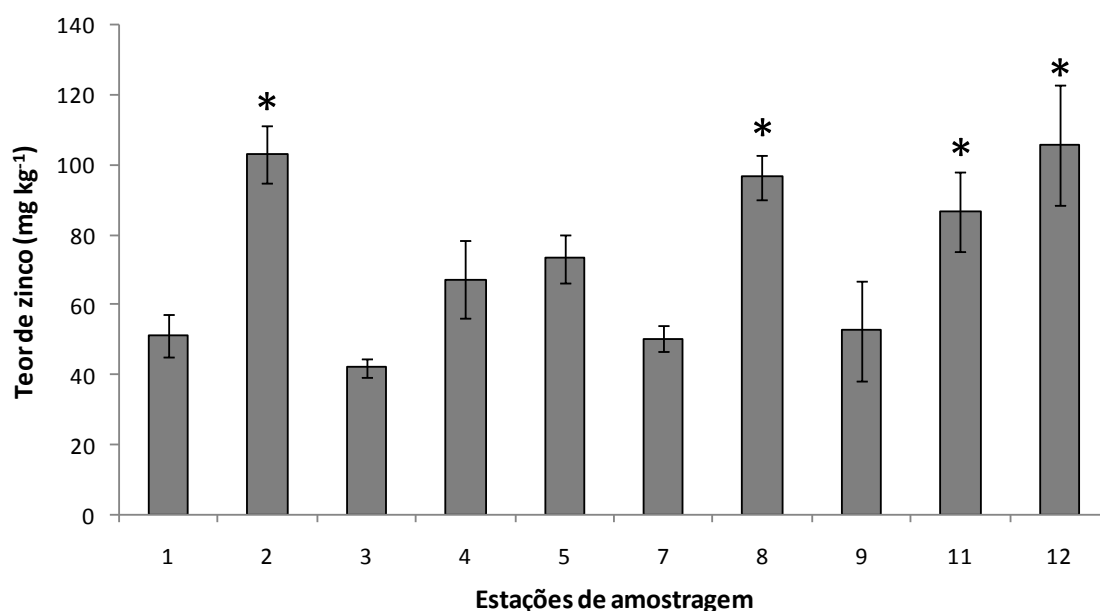


Figura 7.4 - Teor médio de zinco (mg kg^{-1}) em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeleétrica de Candiota. As médias acompanhadas por (*) apresentam diferença significativa com a média da EA 1 pelo teste de Dunnett para $\alpha = 0,05$. Houve diferenças significativas entre os períodos de coleta também para o teor de zinco nas plantas de *E. mollis*; as médias das plantas da Fazenda Três Lagoas (EA 2), AFUCAN (EA 8), 8 de agosto (EA 11) e Pedras Altas (EA 12) diferiram significativamente da média das plantas da estação de referência (Figura 7.4).

Em contraste ao observado em relação os teores de cádmio e zinco, não foi possível distinguir um padrão de formação de grupos distintos entre as estações de amostragem em relação aos teores de enxofre nas folhas de *E. mollis*, predominando maior variabilidade entre as campanhas de amostragem (Figura 7.5). O teor mínimo de 0,12% foi encontrado nas plantas amostradas em novembro de 2017 em Pedras Altas (EA 12) e o teor máximo de 0,36% nas plantas provenientes do Assentamento São José (EA 7) em julho de 2017 (Figura 7.5).

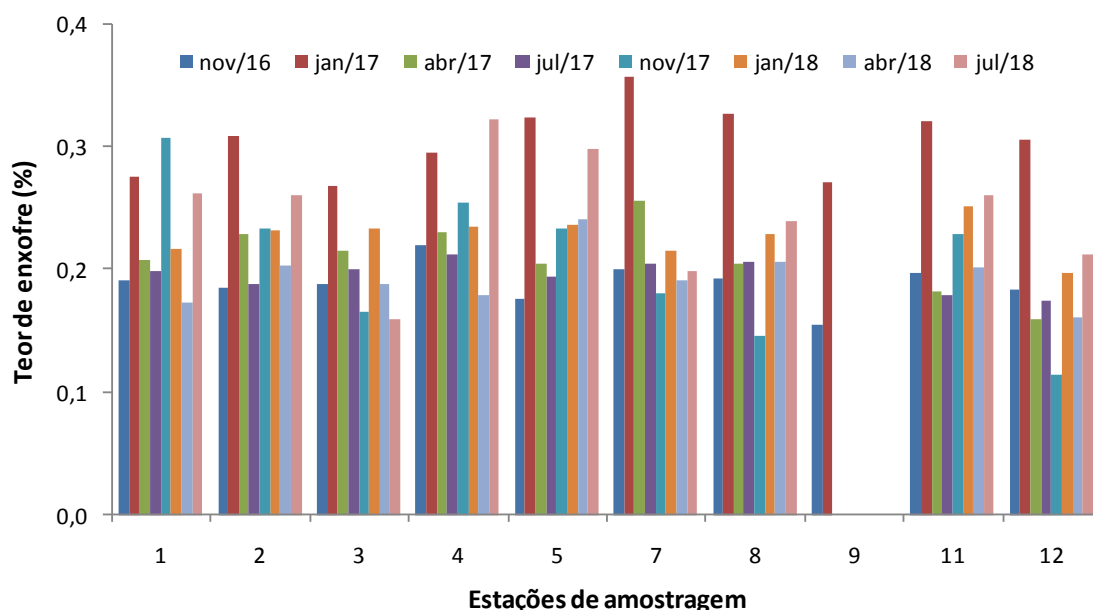
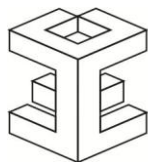


Figura 7.5 - Teores de enxofre (%) em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeletrica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018.

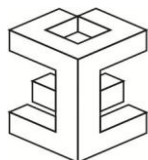
A variação nos teores médios de enxofre nas folhas de *E. mollis* foi pequena, entre 0,19% a 0,24%; as plantas provenientes da Chácara Santa Clara (EA 4) e Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5) apresentaram teores médios em torno de 0,24%, enquanto as plantas amostradas no Candiôtão (EA 3) e Pedras Altas (EA 12) apresentaram os menores teores médios de enxofre em suas folhas de 0,20% e 0,19%, respectivamente. A análise estatística revelou diferenças significativas entre os períodos de coleta, porém não indicou diferenças significativas entre os teores de enxofre das plantas das diferentes estações de amostragem em relação à média das plantas da estação de referência.

As plantas coletadas na Fazenda Três Lagoas (EA 2), Chácara Santa Clara (EA 4) e Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5) apresentaram teor médio de chumbo significativamente maior do que o teor médio das plantas da estação de referência, com um valor máximo de 11 mg Pb kg^{-1} nas plantas da coleta de abril de 2017 na Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5). Esses resultados devem ser olhados com cautela, visto que *E. mollis* apresenta suas folhas dispostas em roseta estreitamente aderidas à superfície do solo, esta forma de crescimento pode mascarar os resultados através da



contaminação das amostras por pequenas partículas de solo aderidas às folhas visto que o teor de chumbo no solo destas estações de amostragem, particularmente das EA 4 e 5 varia entre 24,6 e 53,9 mg Pb kg⁻¹ (Tabela 7.4) valores estes significativamente maiores do que os teores normalmente encontrados nas plantas.

A figura 7.6 apresenta o Índice de poluição por metais em folhas de *E. mollis* em todas as campanhas de amostragem. As plantas provenientes das estações de amostragem da Serra da Veleda (EA 1), Chácara Santa Clara (EA 4) e Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5) apresentaram picos isolados neste índice atribuídos à ocorrência de picos isolados no teores de cádmio em julho de 2017 na EA 1, de zinco em julho de 2018 na EA 4 e de chumbo em abril de 2017 na EA 5, respectivamente. Por outro lado, a flutuação nos índices das estações de amostragem de 8 de agosto (EA 11) e Pedras Altas (EA 12) decorre da ocorrência frequente de teores elevados de cádmio ($\geq 1,0$ mg Cd kg⁻¹) e zinco (≥ 100 mg Zn kg⁻¹) nas plantas destas estações de amostragem, em razão de situarem-se na direção dos ventos predominantes à jusante da usina termoeletrica e que carregam as emissões atmosféricas da térmica de Candiota.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

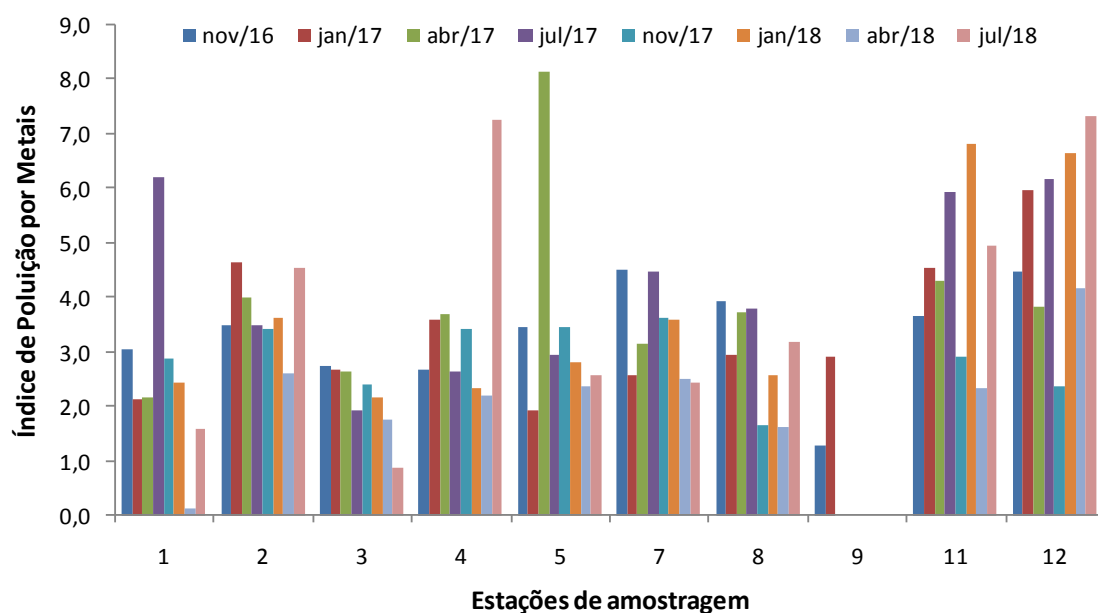


Figura 7.6 - Índice de poluição por metais calculado a partir das concentrações de metais em folhas de *E. mollis* nas imediações da usina termoeletrica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018.

Os valores médios do índice de contaminação por metais são apresentados na Figura 7.7, as estações de amostragem 8 de agosto (EA 11) e Pedras Altas (EA 12) destacam-se das demais por apresentarem os valores mais elevados do índice em comparação com as demais estações de amostragem. A estação de amostragem do Candiote (EA 3) apresentou o menor valor para o índice de poluição por metais.

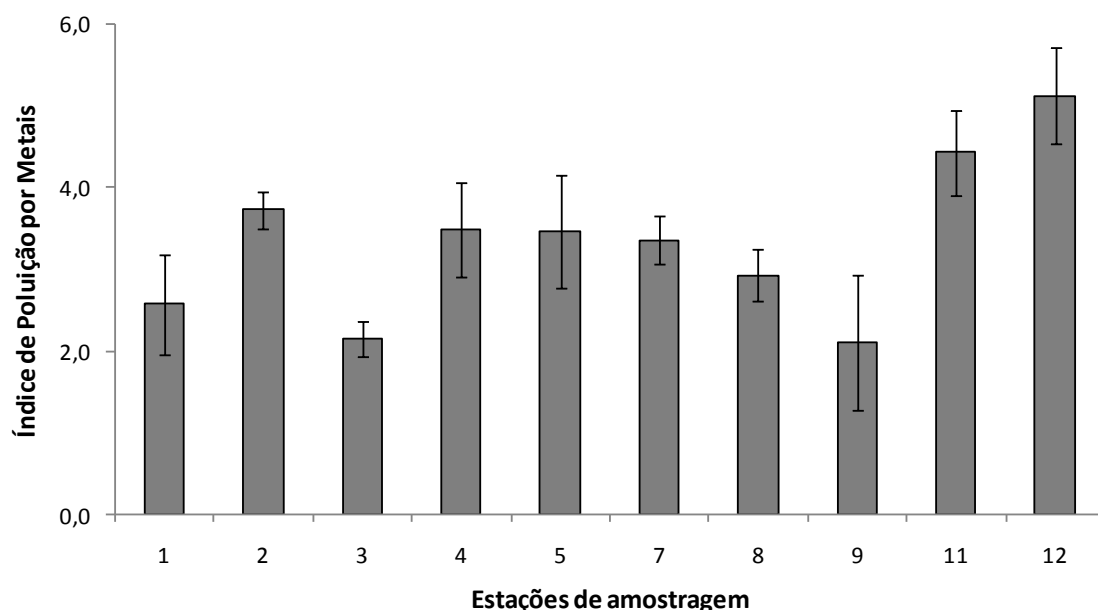
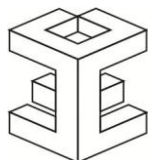


Figura 7.7 - Valores médios do Índice de Poluição por Metais calculado com base nos teores de metais presentes nas folhas de *E. mollis*.

A carqueja (*B. trimera*) apresentou teores mais baixos de cádmio em comparação com *E. mollis*; o valor máximo de 0,608 mg Cd kg⁻¹ foi encontrado nas plantas provenientes das Chácara Santa Clara (EA 4) em janeiro de 2018 (Figura 7.8A). Os valores médios mais altos foram encontrados nas plantas Fazenda Três Lagoas (EA 2) e Assentamento São José (EA 7), porém a análise estatística não indicou diferenças significativas entre as médias das estações de amostragem, somente entre os períodos de coleta (Figura 7.8B).

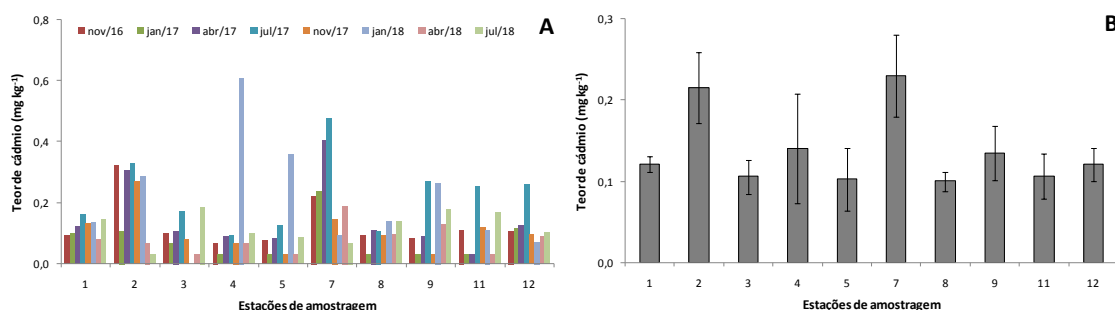
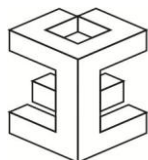


Figura 7.8 - Teores de cádmio (mg kg⁻¹) em folhas de *B. trimera* nas imediações da usina termoeletrica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018. (A) Variação trimestral (B) Teores médios.



B. trimera apresentou também teores mais baixos de zinco em comparação com *E. mollis*; teores superiores a 100 mg Zn kg⁻¹ foram encontrados somente nas plantas provenientes da Fazenda Três Lagoas (EA 2), Assentamento São José (EA 7) e Pedras Altas (EA 12), todas elas localizadas na direção dos ventos predominantes à jusante da usina termoeletrica (Figura 7.9A). A análise estatística indicou diferenças significativas entre os períodos de coleta e o teor médio de zinco das plantas da Fazenda Três Lagoas (EA 2) significativamente maior do que o teor médio das plantas de referência (Figura 7.9B).

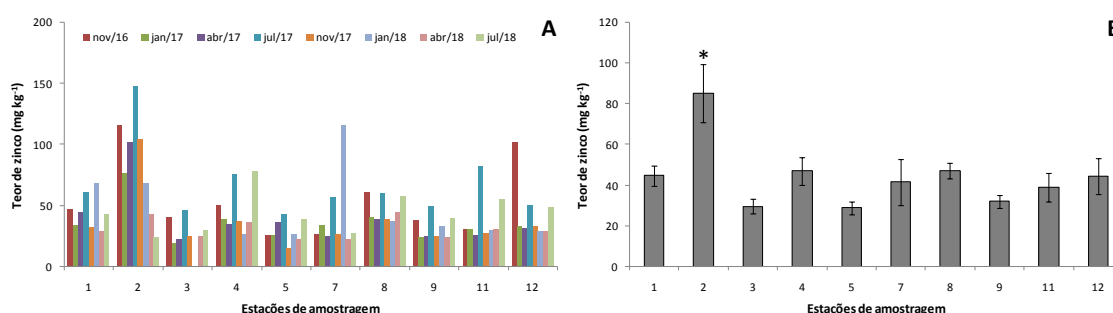


Figura 7.9 - Teores de zinco (mg kg⁻¹) em folhas de *B. trimera* nas imediações da usina termoeletrica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018. (A) Variação trimestral (B) Teores médios.

Em aproximadamente 91% dos casos os teores de chumbo nos caules alados de *B. trimera* apresentaram valores abaixo de 0,37 mg Pb kg⁻¹, enquanto os teores máximos variaram entre 0,46 e 4,4 mg Pb kg⁻¹. O hábito ereto dos caules alados da carqueja minimiza a possibilidade de contaminação das amostras pelo chumbo presente no solo; este resultado reforça a suspeita de contaminação ocasional das amostras de folhas de *E. mollis* e *P. notatum* em função dos teores elevados de chumbo no solo das EAs 4 e 5.

Os teores de enxofre na carqueja (*B. trimera*) apresentaram um padrão semelhante ao encontrado nas plantas de *E. mollis*, no qual observou-se uma elevada variabilidade entre as campanhas de amostragem e pequena variação entre as estações de amostragem. Os valores máximos de 0,30% e 0,29% foram encontrados nas plantas provenientes da Chácara Santa



Clara (EA 4) e AFUCAN (EA 8) em janeiro de 2018, respectivamente (Figura 7.10A). Os valores médios mais altos foram encontrados nas plantas da Chácara Santa Clara (EA 4) (Figura 7.10B).

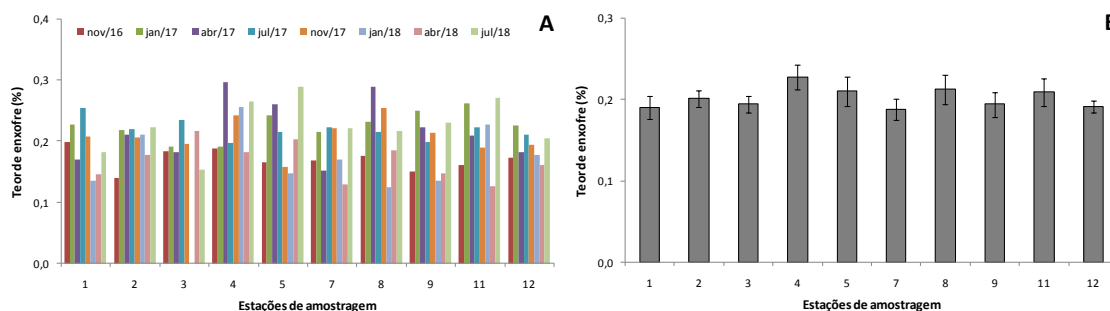


Figura 7.10 - Teores de enxofre (%) em folhas de *B. trimera* nas imediações da usina termoeletrônica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018. (A) Variação trimestral (B) Teores médios.

Dentre as espécies vegetais utilizadas neste estudo a gramínea *P. notatum* apresentou os menores teores de zinco e praticamente não apresentou níveis significativos de cádmio em suas folhas na quase totalidade das amostras analisadas.

Os teores de enxofre nas folhas de *P. notatum* variaram entre o valor de mínimo de 0,09% nas plantas provenientes do Assentamento São José em abril de 2018 ao valor máximo de 0,39% nas plantas da AFUCAN em janeiro de 2017 (Figura 7.11A), sendo desta maneira, esta espécie a que apresentou o maior intervalo de variação dos teores de enxofre.

A análise estatística dos teores de enxofre em amostras lavadas de folhas de *P. notatum* detectou diferenças significativas entre os períodos de coleta e entre as estações de amostragem, com os teores médios de enxofre das plantas da AFUCAN (EA 8) e 8 de agosto (EA 11) apresentando valor significativamente maior do que a média das plantas da estação de referência (Figura 7.11B).

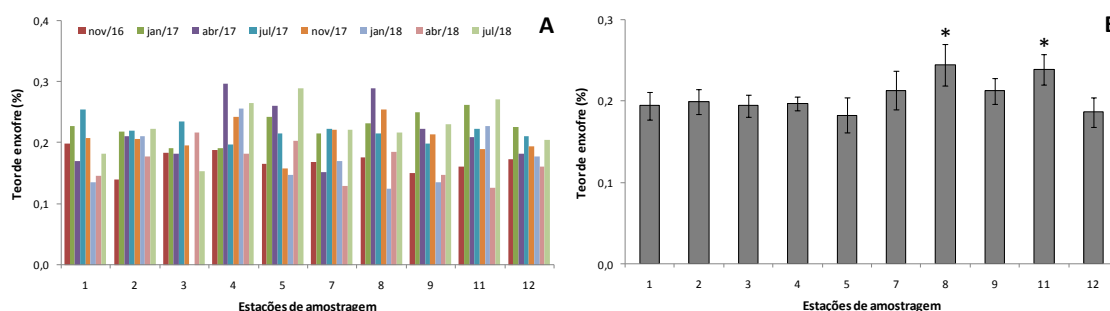
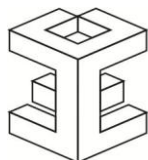


Figura 7.11 - Teores de enxofre (%) em amostras lavadas de folhas de *P. notatum* nas imediações da usina termoeletrônica de Candiota entre novembro de 2016 e julho de 2018. (A) Variação trimestral (B) Teores médios.

Os teores de fluoreto em *P. notatum* variaram entre $< 0,05$ a $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ em amostras lavadas e $< 0,05$ a $0,92 \text{ mg kg}^{-1}$ em amostras não lavadas. Tais valores estão no limite inferior do intervalo de valores normalmente encontrados em folhas de plantas cuja origem se deve ao fluoreto presente no solo (2 a 20 mg kg^{-1}) e bem abaixo limite de risco de fluorose em herbívoros pelo consumo das pastagens, cujos valores variam entre de 30 a 40 mg kg^{-1} de matéria seca (Divan Junior, 2008). Esse resultado se deve em parte à planta utilizada neste biomonitoramento, uma vez que de acordo com Martins *et al.* (1992) a grama-forquilha (*P. notatum*) apresenta um baixo potencial bioacumulador de fluoreto.

A tabela 7.4 apresenta os resultados da análise do solo. O solo apresentou pH ácido em todas as estações de amostragem variando de $5,4$ no Candião (EA 3) a $6,2$ na Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5), provavelmente devido à Fazenda Eugênio Fagundes localizar-se nas proximidades da mina de extração de calcário. O teor de cádmio foi inferior a $0,06 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ de solo em todas as estações de amostragem, enquanto os teores de chumbo variaram entre valores $< 0,37 \text{ mg Pb kg}^{-1}$ a $53,9 \text{ mg Pb kg}^{-1}$ de solo. As estações de amostragem localizadas no Candião (EA 3) e AFUCAN (EA 8) apresentaram os menores teores de chumbo no solo ($< 0,37 \text{ mg Pb kg}^{-1}$) e os maiores teores foram encontrados na Chácara Santa Clara (EA 4) e na Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5), $53,9$ e $24,6 \text{ mg Pb kg}^{-1}$, respectivamente. O enxofre no solo variou entre teores de 9 e 23 mg dm^{-3}



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

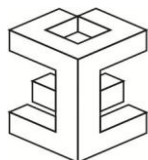
Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

com o menor teor na Vila Operária (EA 9) e o maior na Fazenda Eugênio Fagundes (EA 5). Tal como o cádmio, o teor de fluoreto não apresentou diferença entre as estações de amostragem com valores $< 0,07 \text{ mg F}^- \text{ kg}^{-1}$.

Tabela 7.4 - Parâmetros da análise de solo.

Parâmetro	Unidade	EA										LQ*
		1	2	3	4	5	7	8	9	11	12	
Cd	mg kg^{-1}	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06		< 0,06
Pb	mg kg^{-1}	5,95	7,44	0,37	53,9	24,6	3,29	0,37	7,98	1,69	3,12	< 0,37
Al _{troc}	$\text{cmol}_c \text{ dm}^3$	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
Argila	%	18,5	23,7	23,7	29,1	25,8	23,7	17,5	18,5	25,8	15,5	
Ca _{troc}	$\text{cmol}_c \text{ dm}^3$	3	6,6	4,5	5,9	10,4	11,7	4,4	3	14,4	4,2	
Cobre	mg dm^3	1,2	1,6	1,2	1,1	1,6	1,7	1,1	1,6	1,4	0,54	
Enxofre	mg dm^3	10	15	15	14	23	13	15	8	18	13	
Fluoreto	mg kg	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	0,07
Fósforo	mg dm^3	5,9	15,2	5,2	26,4	19	21,4	7,1	5,1	48,2	30,7	
Mg _{troc}	$\text{cmol}_c \text{ dm}^3$	1,9	2,3	2,1	2,2	2,7	3,5	2,3	1,9	3,3	2,1	
Mn _{troc}	$\text{cmol}_c \text{ dm}^3$	74,4	36,6	46,5	33,4	26,9	54,9	54,8	51,2	54	47	
Mat. Org.	%	4,4	5,0	4,4	6,5	6,7	5,2	4,3	3,5	6,5	4,5	
pH	-	5,9	6,0	5,5	5,4	6,2	6,1	5,7	5,8	5,8	5,8	
Potássio	mg dm^3	238	445	211	277	433	199	176	223	508	332	
Sódio	mg dm^3	19,6	37,4	24,9	30,3	48,1	49,9	16,3	16,0	48,1	33,8	

* LQ = limite de quantificação



Biomonitoramento ativo com a exposição de líquens

Os teores de cádmio, chumbo, zinco e enxofre nos talos dos líquens *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.* pré- e após serem expostos pelo período de um ano nas imediações da usina termoeletrica de Candiota são apresentados na tabela 7.5. Excetuando o cádmio, os dois líquens apresentaram casos em que os teores dos demais elementos (chumbo, zinco e enxofre) tiveram seus teores aumentados após a exposição em comparação aos teores encontrados pré-exposição.

Tabela 7.5 - Teores de cádmio, chumbo e zinco (em mg kg⁻¹) e enxofre (em %) em talos dos líquens *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.* expostos entre janeiro de 2017 e janeiro de 2018 nas imediações da usina termoeletrica de Candiota. Para conveniência do leitor os valores máximos e mínimos do teor de cada elemento químico foram destacados nas cores vermelha e azul, respectivamente

Parmotrema sp.

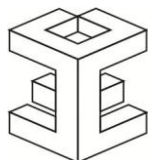
EA	0	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12
Cd	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Pb	0,995	1,54	1,38	1,34	2,17	0,839	2,68	1,16	0,891	1,28	2,09
Zn	68,8	100	62,1	67,1	68,9	46,3	50,5	48,9	51,3	100	255
S	0,07	0,10	0,13	0,11	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,11	0,09

Teloschistes sp.

Cd	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	-	< 0,06	< 0,06
Pb	1,20	1,68	2,78	0,72	5,52	1,23	1,36	1,43	-	1,03	1,92
Zn	34,3	41,0	46,3	31,4	72,0	35,1	39,3	38,9	-	39,0	212
S	0,12	0,13	0,14	0,12	0,15	0,14	0,15	0,15	-	0,15	0,14

Limites de quantificação (LQ) = Cd 0,060 mg kg⁻¹; Pb 0,370 mg kg⁻¹; Zn 0,560 mg kg⁻¹; S 0,001%

A exposição dos talos de *Parmotrema sp.* resultou em um incremento nas concentrações de chumbo em 80% das estações de amostragem, com os talos expostos nas EAs 4, 6 e 12 apresentando os maiores incrementos nos teores de chumbo e onde até mesmo os talos expostos na EA 1 tiveram o teor de chumbo aumentado após a exposição (Figura 12A). Em *Teloschistes sp.* o incremento no teor de chumbo após a exposição não foi tão evidente na maioria das estações de amostragem como em *Parmotrema sp.*, com exceção dos talos expostos na EA 4 (Figura 7.12B).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

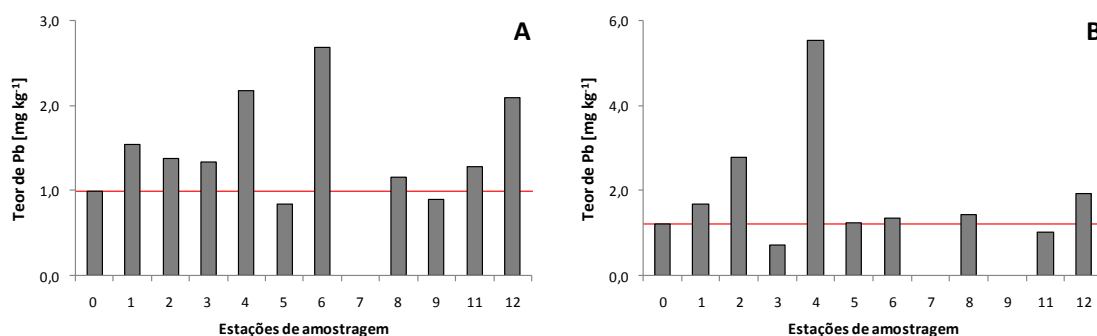


Figura 7.12 - Teores de Chumbo (mg kg⁻¹) em talos dos líquens *Parmotrema sp.* (A) e *Teloschistes sp.* (B) expostos de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 nas imediações da usina termoeletrica de Candiota.

Nos dois líquens a exposição dos talos resultou em poucas estações de amostragem onde ocorreu incremento da concentração de zinco em comparação com os teores pré-exposição (Figuras 7.13A e 7.13B), porém nos dois organismos houve um incremento evidente no teor deste elemento na EA 12 (Pedras Altas), a qual também se caracterizou por apresentar teores elevados de zinco nas folhas de *Elephantopus mollis*.

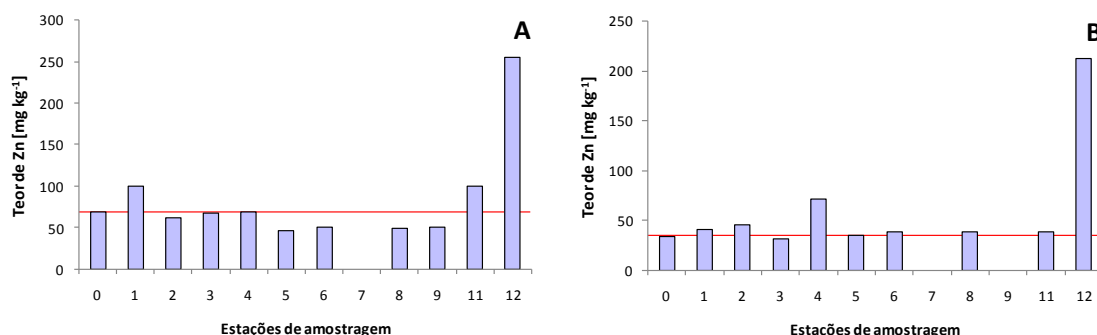
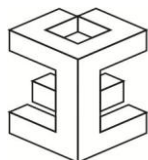


Figura 7.13 - Teores de Zinco (mg kg⁻¹) em talos dos líquens *Parmotrema sp.* (A) e *Teloschistes sp.* (B) expostos de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 nas imediações da usina termoeletrica de Candiota.

No que diz respeito às concentrações de enxofre, a exposição resultou em um incremento nas concentrações deste elemento nos talos dos dois líquens expostos em todas as estações de amostragem (Figuras 7.14A e 7.14B), embora as diferenças entre as estações de amostragem não sejam tão evidentes como observado com os teores de chumbo na EA 4 (Chácara Santa Clara) ou zinco na EA 12 (Pedras Altas) nestes organismos.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) 3286.4333 / 3286.4343 : E-mail: fle@fle.org.br

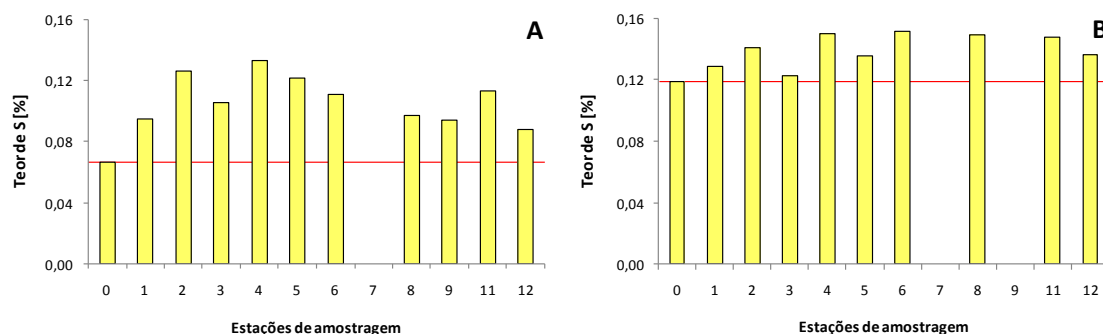


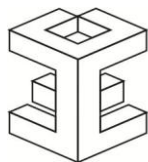
Figura 7.14 - Teores de Enxofre (%) em talos dos líquens *Parmotrema sp.* (A) e *Teloschistes sp.* (B) expostos de janeiro de 2017 a janeiro de 2018 nas imediações da usina termoeletrica de Candiota.

A análise visual da vitalidade dos líquens (Tabela 7.6) após a exposição parece indicar que estes organismos diferem quanto à tolerância às condições ambientais a que foram expostos. Enquanto os talos de *Parmotrema sp.* não apresentaram evidências de danos macroscópicos visíveis em nenhum dos locais de amostragem, os talos de *Teloschistes sp.* apresentaram bom estado apenas em três estações de amostragem, as quais geralmente se caracterizam por apresentar melhores condições da qualidade do ar e menores teores de metais tanto nas plantas como nos líquens expostos, tais como as estações de amostragem localizadas na Serra do Veleda (EA 1) e Candião (EA 3).

Tabela 7.6 - Análise visual da vitalidade dos líquens expostos nos locais de amostragem após a exposição entre janeiro de 2017 a janeiro de 2018 nas imediações da usina termoeletrica de Candiota.

	<i>Parmotrema sp.</i>	<i>Teloschistes sp.</i>
EA 1 – Serra do Veleda	●●●	●●●
EA 2 – Três Lagoas	●●●	●
EA 3 – Candião	●●●	●●●
EA 4 – Chácara Santa Clara	●●●	●○
EA 5 – Eugênio Fagundes	●●●	●●
EA 6 – Dário Lassance	●●●	●●●
EA 8 – AFUCAN	●●●	●●○
EA 9 – Vila Operária	●●●	○
EA 11 – 8 de Agosto	●●●	●●
EA 12 – Pedras Altas	●●●	●●

●●● abundante e bom estado; ●● médio e em estado médio; ● pouco em estado médio; ●●○ bastante em estado médio; ●○ médio, ½ bom e ½ estado médio; ○ ausente



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Os teores de metais e enxofre nos líquens *Parmotrema sp.* e *Teloschistes sp.* após doze meses na região de Candiota apresentaram enorme semelhança com os resultados obtidos por Käffer *et al.* (2012) com o transplante das espécies *Parmotrema tinctorum* e *Teloschistes exilis* durante sete meses em três locais do município de Porto Alegre. Nos dois casos ficou demonstrado que esses organismos apresentaram baixo potencial bioacumulador de cádmio, porém elevada capacidade para bioacumulação de chumbo, zinco e enxofre. No estudo de Käffer *et al.* 2012 *P. tinctorum* acumulou mais metais do que *T. exilis*, enquanto *T. exilis* acumulou mais enxofre do que *P. tinctorum*, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo.

Conclusões

Os resultados combinados do biomonitoramento passivo e ativo indicaram que os organismos analisados (plantas e líquens) tiveram seus conteúdos de cádmio, zinco e enxofre enriquecidos em um padrão espacial que foi coerente com a dispersão da pluma de emissões atmosféricas da usina na direção dos ventos predominantes na região.

Não foram encontradas evidências que os teores de elementos-traço encontrados ultrapassem os níveis considerados tóxicos para a ampla maioria das plantas e animais.

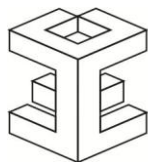
Referências Bibliográficas

- Braga, C. F.; Teixeira, E. C.; Yoneama, M. L. & Dias, J. F. (2004) Study of the elemental composition of aerosols in the Candiota region of Brazil using the PIXE technique. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 225: 561–571.
- Braga, C. F.; Teixeira, E. C. & Alves, R. C. M. (2004) Estudo de aerossóis atmosféricos e aplicação de modelos numéricos. *Química Nova* 27: 567–573.
- CGTEE - Candiota (2018) Disponível em <<http://cgtee.gov.br/UNIDADES/CANDIOTA/>>. Acesso em: 20 setembro de 2018.



- Corrêa da Silva, Z. C. (1993) Candiota coalfield: a world class Brazilian coal deposit. *International Journal of Coal Geology* 23: 103-116.
- Divan Junior, A. M.; Oliva, M. A. & Ferreira, F. A. (2008) Dispersal pattern of airborne emissions from an aluminium smelter in Ouro Preto, Brazil, as expressed by foliar fluoride accumulation in eight plant species. *Ecological Indicators* 8: 454-46
- Käffer, M. I.; Lemos, A. T.; Apel, M. A.; Rocha, J. V.; Martins, S. M. A. & Vargas, V. M. F. (2012) Use of bioindicators to evaluate air quality and genotoxic compounds in an urban environment in Southern Brazil. *Environmental Pollution* 163: 24-31.
- Martins, A. F.; Schwingel, E.; Filho, A. A. & Flores, E. M. M. (1992) Concentração de flúor em diferentes espécies de pastagens da região carboelétrica de Candiota – RS. *Ciência Florestal* 2: 119-132.
- Migliavacca, D.; Teixeira, E. C.; Pires, M. & Fachel, J. (2004) Study of chemical elements in atmospheric precipitation in South Brazil. *Atmospheric Environment* 38: 1641-1656.
- Nakazato, R. K.; Esposito, M. P.; Cardoso-Gustavson, P.; Bulbovas, P.; Pedroso, A. N. V.; de Assis, P. I. L. S. & Domingos, M. (2018) Efficiency of biomonitoring methods applying tropical bioindicator plants for assessing the phytotoxicity of the air pollutants in SE, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 19323-19337.
- RESERVA Barba Negra – Celulose Riograndense, 2017 pdf. Disponível em <<http://www.celuloseriograndense.com.br/responsabilidade/reserva-barba-negra>>. Acesso em: 19 setembro de 2018.
- 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.
- Wright, L. P.; Zhang, L.; Cheng, I.; Aherne, J. & Wentworth, G. R. (2018) Impacts and Effects Indicators of Atmospheric Deposition of Major Pollutants to Various Ecosystems - A Review. *Aerosol and Air Quality Research* 18: 1953-1992.

O compartimento ambiental monitorado, indicadores vegetais da qualidade do ar, tem como responsável técnico bem como pelas informações prestadas nesse relatório síntese de atividades o Biólogo Dr. Armando Molina Divan Junior.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**



Anexo 7.1 - Coleta de amostras de bioindicadores passivos no Candioteão (EA 3).



Anexo 7.2 - Sistema de exposição dos bioindicadores ativos (líquens).



Anexo 7.3 - Exposição de líquens na Chácara Santa Clara (EA 4).



Anexo 7.5 - Análise visual dos líquens.



Anexo 7.4: Exposição de líquens na Fazenda Três Lagoas (EA 2).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

8. ATIVIDADE PECUÁRIA

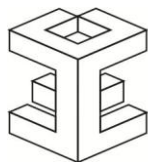
Monitoramento para a ATIVIDADE PECUÁRIA (OVINOS)

Distribuição das Estações Amostrais e Parâmetros Monitorados

As Estações Amostrais, identificadas pelo número 1 a 5, estão apresentadas na Figura 8.1 e seguem sendo as mesmas monitoradas no período de 2012 a 2017.

O monitoramento da atividade pecuária teve como objetivo específico avaliar o impacto sobre o rebanho ovino, na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota. Para tanto, solo, extrato vegetal e animais foram monitorados.

As propriedades que representam as estações amostrais foram escolhidas de acordo com a quantidade de ovinos existentes, assim como pela predisposição dos produtores em deixar os seus animais serem avaliados pelos pesquisadores uma vez que, para a realização de atividades com animais de produção, esta deverá ocorrer com a presença do proprietário ou capataz da unidade produtiva.



Técnicas de amostragem

Solo

Utilizou-se amostragem ao acaso (Coelho, 2003), selecionando-se de cada EA uma área homogênea onde se encontravam animais 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. As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório Green Lab. Análises químicas e toxicológicas para quantificação de fluoretos e sílica respectivamente pelos métodos analíticos SM 4500 F-D e cálculo Estequiométrico.

Extrato vegetal

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.

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 e armazenadas em bolsas plásticas identificadas e mantidas sob refrigeração até o processamento em laboratório (Green Lab. Análises químicas e toxicológicas) para avaliação dos teores de fluoreto e sílica na planta inteira pelos métodos analíticos SM 4500 F-D e cálculo Estequiométrico, respectivamente.



Animais

Embora os bovinos estejam entre os animais mais sensíveis ao excesso de flúor na alimentação (Leal, 2012), no município de Candiota esta espécie tem como foco central de produção, a terminação. Neste caso, os animais (terneiros, novilhos ou bois) são adquiridos em feiras ou diretamente de produtores com idade que varia de 20 a 36 meses sendo nascidos e criados em outros municípios. Neste caso, o monitoramento quanto à observação dos efeitos nocivos do flúor nos animais adultos poderia incorrer em erro: ou pelo animal apresentar lesão decorrente de intoxicação adquirida no local de origem/nascimento ou não apresentar lesão, uma vez que a troca da dentição de leite pela permanente já teria ocorrido. Para constituírem o grupo amostral, selecionaram-se ovinos preferencialmente com mais de dois anos de idade e criados por, no mínimo, dois anos na propriedade ou nascidos nesta.

Buscou-se amostrar o máximo de animais por EA sendo amostrados 306 ovinos (Tabela 8.1). No momento da amostragem, em uma tabela anotaram-se as alterações dentárias visíveis, descritas a seguir.

Tabela 8.1 - Número de ovinos monitorados em cada Estação Amostral (EA).

Estações Amostrais						
	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	Total
janeiro	22	20	41	40	25	148
abril	22	15	44	52	25	158
total	44	35	85	92	50	306

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);

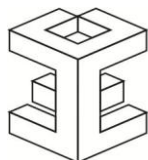


- Atrimento/desgaste excessivo: dentes curtos em decorrência do desgaste rápido (Jones et al., 2000);
- Cárie (Jones et al., 2000);
- Desgaste: em face oclusal ou labial, em meia lua, em escada (Ollhoff et al., 2005);
- Exposição de polpa e fratura (Ollhoff et al., 2005);
- Inserção oblíqua (Ollhoff et al., 2005);
- Persistência: presença de dentes de leite com erupção dos permanentes (Ollhoff et al., 2005).

No momento da amostragem, fotografaram-se os dentes incisivos de todos os animais amostrados para posterior determinação do índice de mosqueamento e desgaste dentário, de acordo com Riet-Correa et al. (1983) modificado, onde: grau 1 = dentes brancos e sem desgaste dentário; grau 2 = dentes com presença de pontos de cor marrom no esmalte, ou manchas amarelas difusas sem desgaste; grau 3 = dentes com pontos marrons difusos no esmalte, grandes áreas com manchas com aspecto de giz ou manchas marrom e desgaste moderado; grau 4 = dentes com hipocalcificação ou erosão do esmalte e manchas marrom ou branca difusas; grau 5 = dentes com lesões similares às anteriores mas com desgaste excessivo (Figura 8.2).



Figura 8.2 - Escala para cálculo do índice de mosqueamento em ovinos.



Resultados e comentários

Extrato Vegetal

A quantificação de fluoretos em extrato vegetal variou de <0,07 mg/Kg a 0,181; 0,174; 0,283; 0,289 e 0,385 mg/kg respectivamente nas estações EA1, EA2, EA3, EA4 e EA5. Verificou-se que a EA5 apresentou as maiores quantidades de Flúor no extrato vegetal, sendo os valores médios apresentados na Figura 8.3.

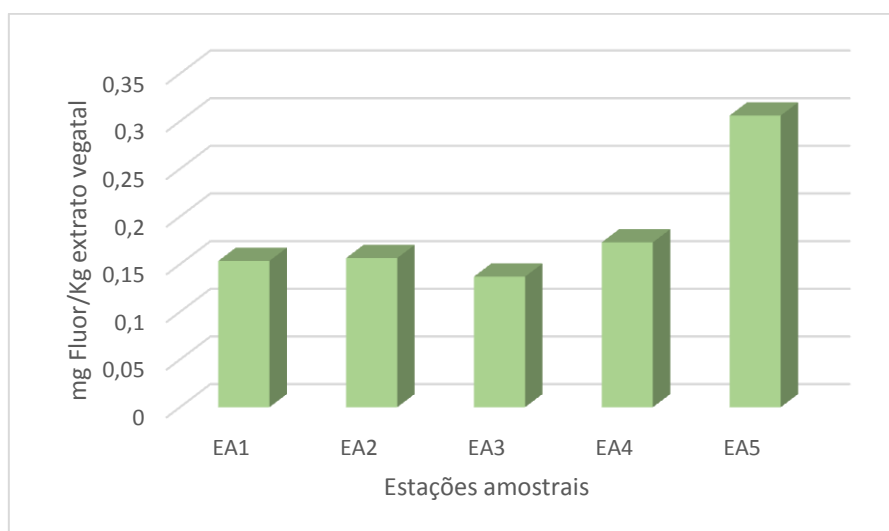


Figura 8.3 - Quantidade média de fluoretos (mgF/kg) em amostras de extrato vegetal (*Papalum notatum*), segundo a estação de amostragem (EA).

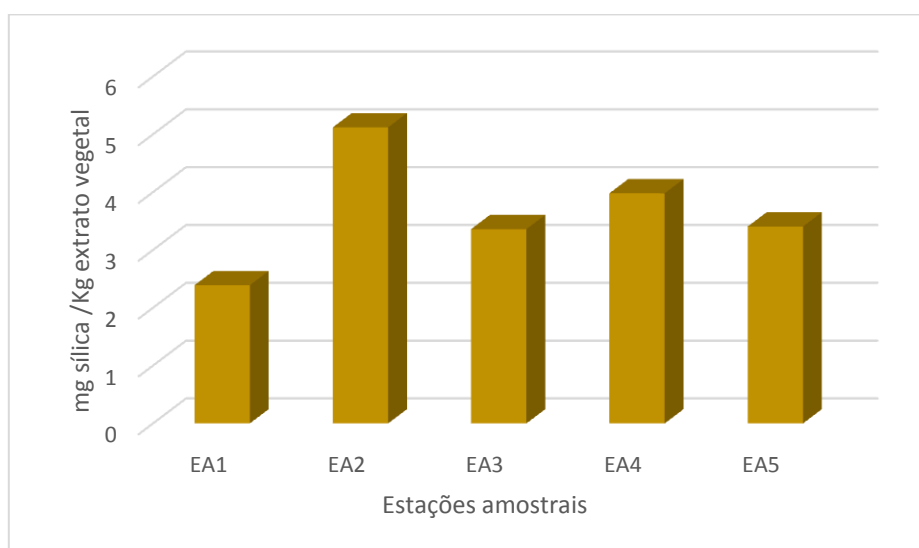
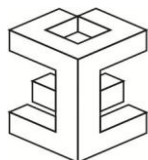


Figura 8.4 - Quantidade média de sílica (mg/kg) em amostras de extrato vegetal (*Papalum notatum*), segundo a estação de amostragem (EA).



As concentrações variáveis de sílica e flúor no extrato vegetal podem ser decorrentes da disponibilidade de extrato vegetal em condições diferenciadas ao longo do ano, como observado na Figura 8.5, uma vez que a metodologia utilizada determina os compostos na planta inteira.



Figura 8.5 - Disponibilidade de forragem em diferentes épocas do ano em Candiota, RS.

Na primavera, encontram-se plantas inteiras, contudo, no inverno, por vezes são observados raízes e colmos, sem a presença de folhas.

Solo

A quantificação de fluoretos e sílica foram variáveis estando, na maioria das vezes, abaixo do limite de detecção do método empregado para quantificá-los (Tabela 8.3).

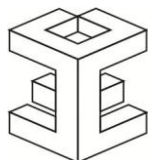


Tabela 8.3 - Valores mínimos e máximos (mg/Kg solo) de fluoretos e sílica em amostras de solo, segundo a estação amostral.

	Flúor		sílica	
	min	Max	min	max
EA1	<0,07	0,078	<0,50	1,64
EA2	<0,07	<0,07	<0,50	1,95
EA3	<0,07	0,097	<0,50	<0,50
EA4	<0,07	0,121	<0,50	1,36
EA5	<0,07	0,071	<0,50	<0,50

Animais

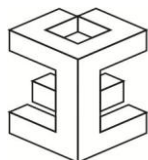
A sílica e o flúor são alguns dos compostos químicos liberados na atividade carbonífera e que podem, com demasia ou em modo contínuo, acelerar processos patológicos em animais de produção criados nos campos vizinhos a esta atividade carbonífera (RIET-CORREA et al., 1983).

Fluorose é a intoxicação provocada pelo excesso de flúor ingerido pelos animais. Embora o flúor é um mineral de baixa toxicidade, mas de ação acumulativa, manifestando seus efeitos nocivos após meses ou anos de ingestão excessiva do elemento (Leal, 2012).

Os animais amostrados eram todos nascidos nas unidades produtivas amostradas, com idade variando de 24 meses à oito anos. A idade média, por estação amostral, é apresentada na Tabela 8.4.

Tabela 8.4 - Idade média de ovinos, por estação amostral.

Estação amostral	Ovinos
EA1	6,1
EA2	6,0
EA3	5,2
EA4	5,4
EA5	4,6



Os primeiros sinais da fluorose aparecem nos dentes incisivos e se caracterizam por perda do brilho normal (aspecto de giz), mosqueamento (pequenas manchas de cor castanha em número e tamanho variáveis), cáries, erosões do esmalte, hipoplasia (desenvolvimento subnormal) e desgaste anormal, a ponto de reduzir o tamanho dos dentes a pequenos tocos (Leal, 2012).

Verificou-se a presença de elevado percentual de animais com exposição de polpa, fato que pode estar associada à idade dos animais amostrados uma vez que a EA1 foi a que apresentou maior percentual de animais com esta alteração, assim como desgaste em “meia lua” (Figura 8.6).

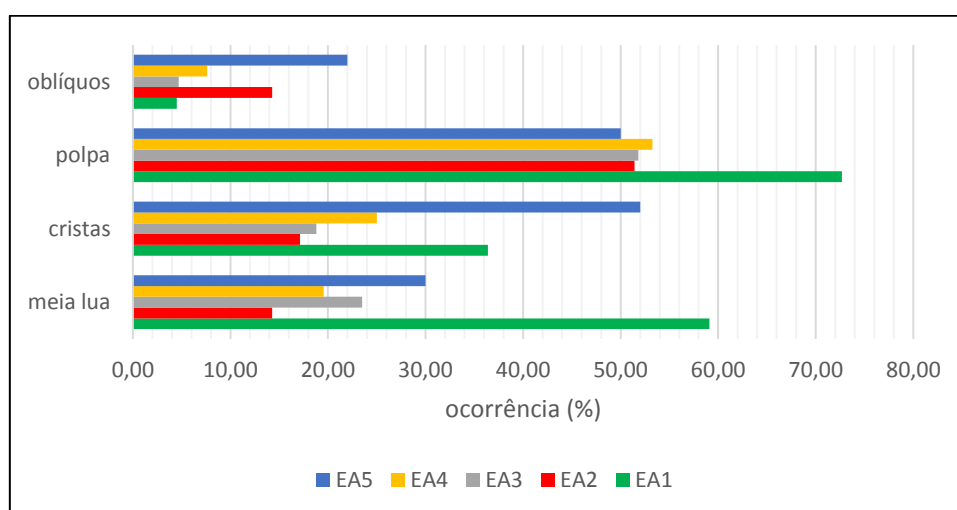


Figura 8.6 - Frequência (%) de alterações dentárias presentes em ovinos, segundo a estação amostral (EA), no município de Candiota.

Por outro lado, ao observar-se o tipo de desgaste presente nos dentes dos animais amostrados, observou-se que a EA1 (estação de referência, apresenta elevado percentual de animais com desgaste normal (em bisel) e a EA2 é aquela que apresentou maior percentual de desgaste excessivo dos dentes (chato ou rasado) (Figura 8.7).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

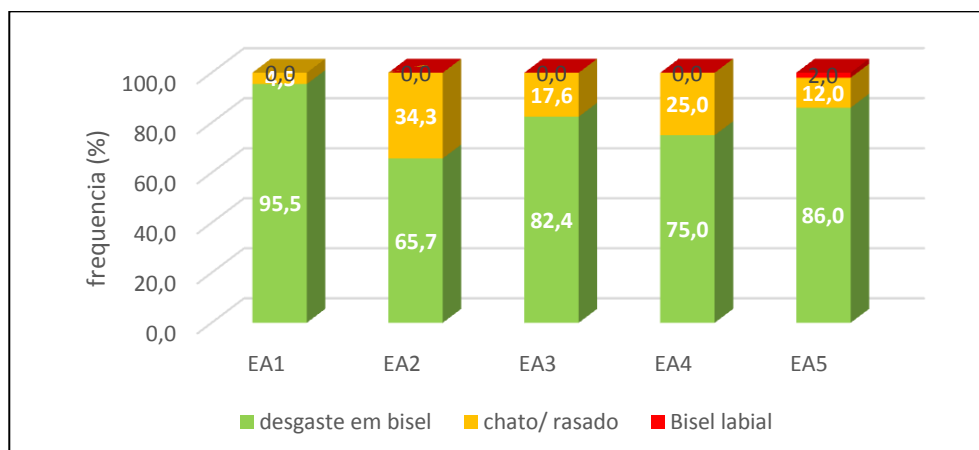


Figura 8.7 - Frequência relativa (%) de desgaste normal (bisel) ou excessivo (rasado) dos dentes incisivos de ovinos, segundo a estação amostral (EA).

A partir dos registros fotográficos dos dentes incisivos, elaborou-se o índice de mosqueamento para cada EA. Embora a presença de mosqueamento tenha sido observada em todas as EAs, o índice de mosqueamento máximo (5) foi observado apenas na EA2, como apresentado na Figura 8.8.

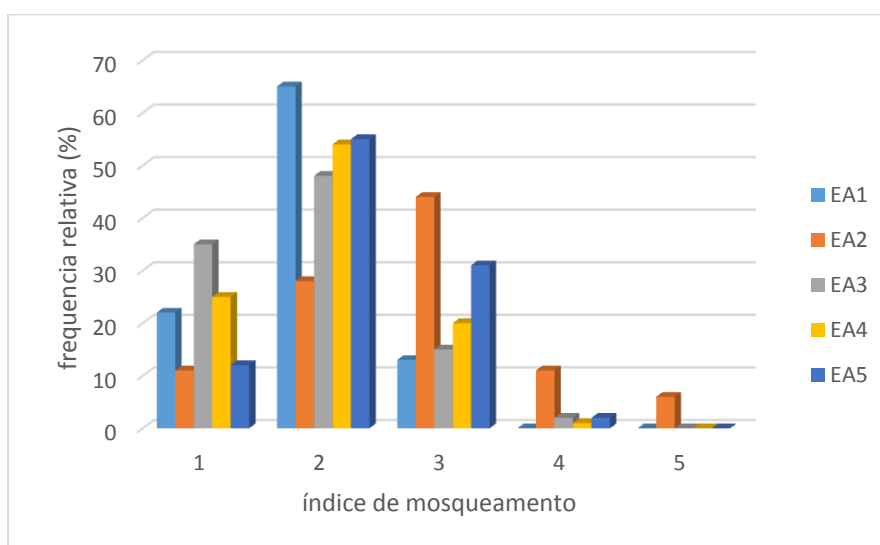


Figura 8.8 - Frequência dos índices de mosqueamento em dentes incisivos de ovinos, segundo a Estação Amostral (EA).

De acordo com a descrição de Humberto (2007), as classificações de fluorose dental 4 e 5, respectivamente marcada e severa, caracterizam-se pela presença de mosqueamento, hipoplasia, hipocalcificação e erosões do esmalte, além de desgaste anormal.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

Segundo RIET-CORREA et al. (1986), a presença de fluorose estaria associada à presença de índices de mosqueamento maior ou igual a 3. Neste sentido, organizaram-se agrupados em menores de três (<3 =sem lesão) e maior ou igual a três (≥ 3 =fluorose). Índices maior de 3 são observados como maioria na EA2; nas demais estações, estes índices estão presentes, mas em menor percentual do que os índices 1 e 2 (Figura 8.9).

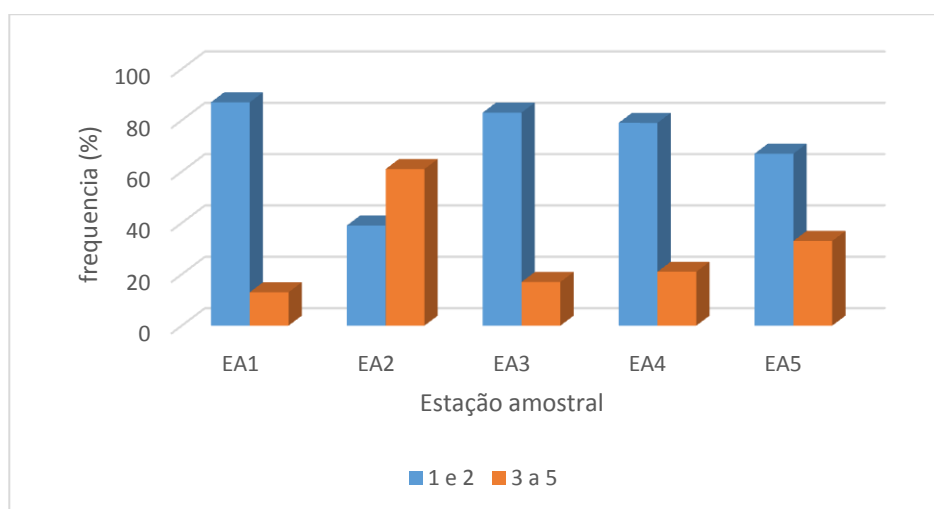
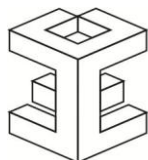


Figura 8.9 - Frequência relativa (%) dos índices de mosqueamento agrupados em menores de três (1 e 2=sem lesão) e maior ou igual a três (3 a 5=fluorose), em ovinos.

A EA2 está localizada em área de mineração de carvão e Patel et al. (2016) descrevem a presença de lesões dentárias em animais de produção pela exposição ao flúor em áreas de mineração de carvão.

Referências Bibliográficas

- ACCUWEATHER- Brasil Tempo. Disponível em: <https://www.accuweather.com/pt/br/candiota/2309597/month/2309597?monyr=4/01/2018>.
- COELHO, A.M. Amostragem de solos: a base para aplicação de corretivos e fertilizantes. Embrapa – Comunicado Técnico Nº 73, Minas Gerais, 2003.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>.
- JONES, T.C.; HUNT, R.D.; KING, N.W. **Patologia Veterinária**. 6 ed. São Paulo: Manole, 2000.
- LEAL, L. O que é fluorose? Como se manifesta em bovinos? Embrapa-CNPQC, 2012. Disponível em

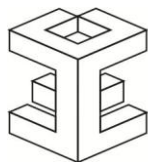


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

- <<https://cloud.cnpqc.embrapa.br/sac/2012/07/13/316-o-que-e-fluorose-como-se-manifesta-nos-bovinos/>>. Acesso em:
- 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.
- RIET-CORREA, F.; OLIVEIRA, J.A.; MENDES, M.C.; SCHIELD, A.L. Poluição industrial como causa de intoxicação por flúor em bovinos no município de Rio Grande, RS. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.3, n.4, p.107-114, 1983.
- RIET-CORREA, F.; MÉNDEZ, M.C.; SCHILD, A.L.; OLIVEIRA, J.A.; ZENEBON, O. Lesões dentárias em bovinos e ovinos devidas à poluição industrial causada pela combustão de carvão. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.6, n.1, p.23-31, jan/mar, 1986.
- 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>>.

O compartimento Atividade Pecuária é de responsabilidade técnica da Veterinária Dra. Verônica Schmidt.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965

Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290

PORTO ALEGRE : RS : BRASIL

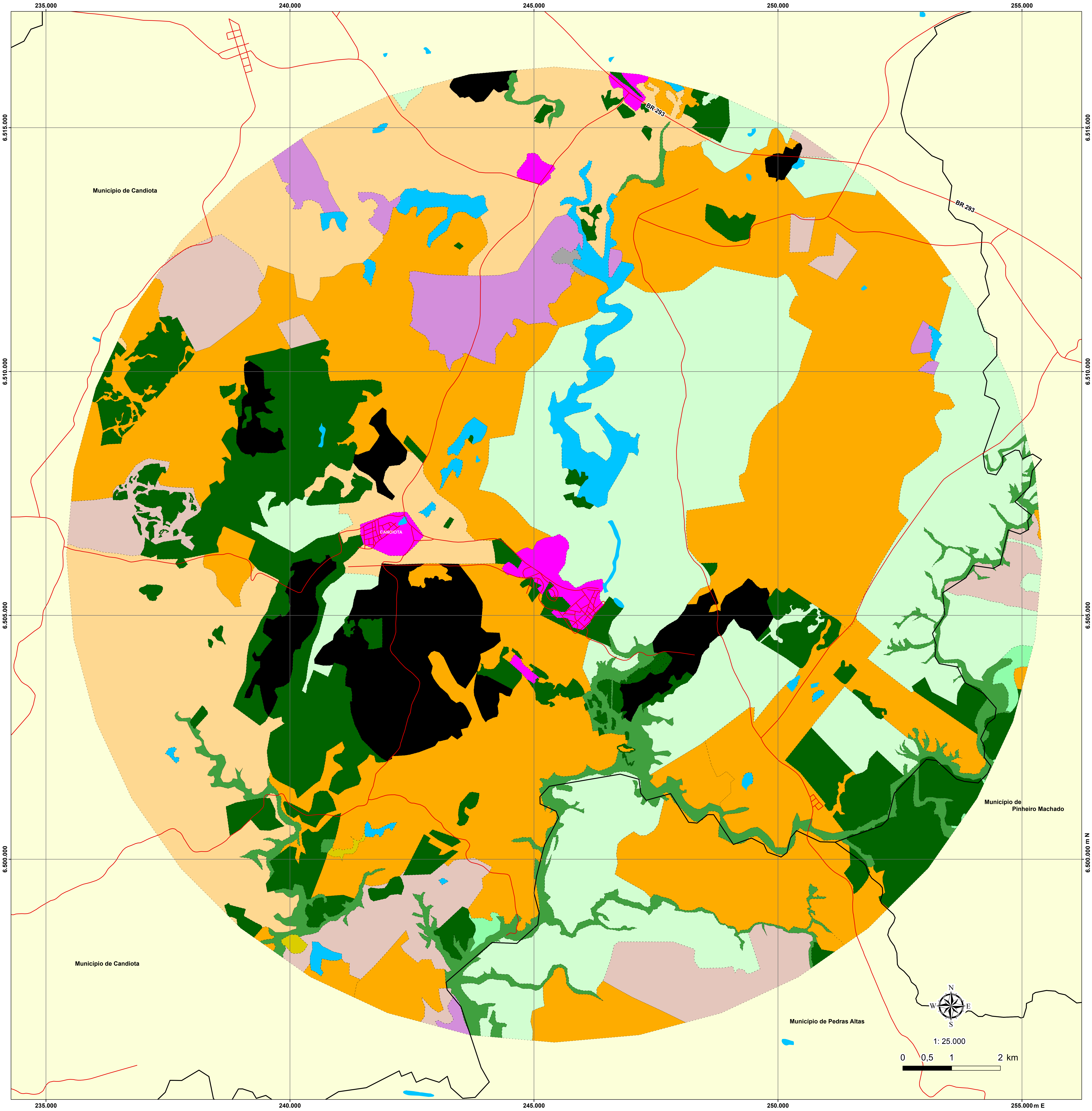
Fone: (51) **3286.4333** / **3286.4343** : E-mail: **fle@fle.org.br**

ANEXOS 5.3.5

RELATÓRIOS DE ENSAIOS



Mapa de Cobertura Vegetal
Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica, CGTEE- ELETROBRAS



Legenda			
Classes	Área (hectares)	Classes	Área (hectares)
Agricultura de sequeiro	1777,45	Orizicultura	706,89
Água	558,30	Silvicultura	3513,48
Banhado	16,92	Urbano	311,27
Mosaico campo/floresta/afloramento	70,21	Uso agrícola misto	4648,33
Campo degradado	10321,80	Total	31.255,321
Campo seco	6493,41	Sistema viário	-
Campo úmido	24,10	Hidrografia	-
Mata nativa	1152,05	Limites municipais	-
Mineração	1661,11		

Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Fuso 22S, Sistema Geográfico de Referência: Datum SAD 69
Origem dos dados:
Origem das coordenadas: 51° W e Equador, acrescidas as constantes de 500 e 10.000 quilômetros, respectivamente.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Trabalhos de Campo: novembro de 2017 a agosto de 2018
Fonte da imagem: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, novembro de 2016.

