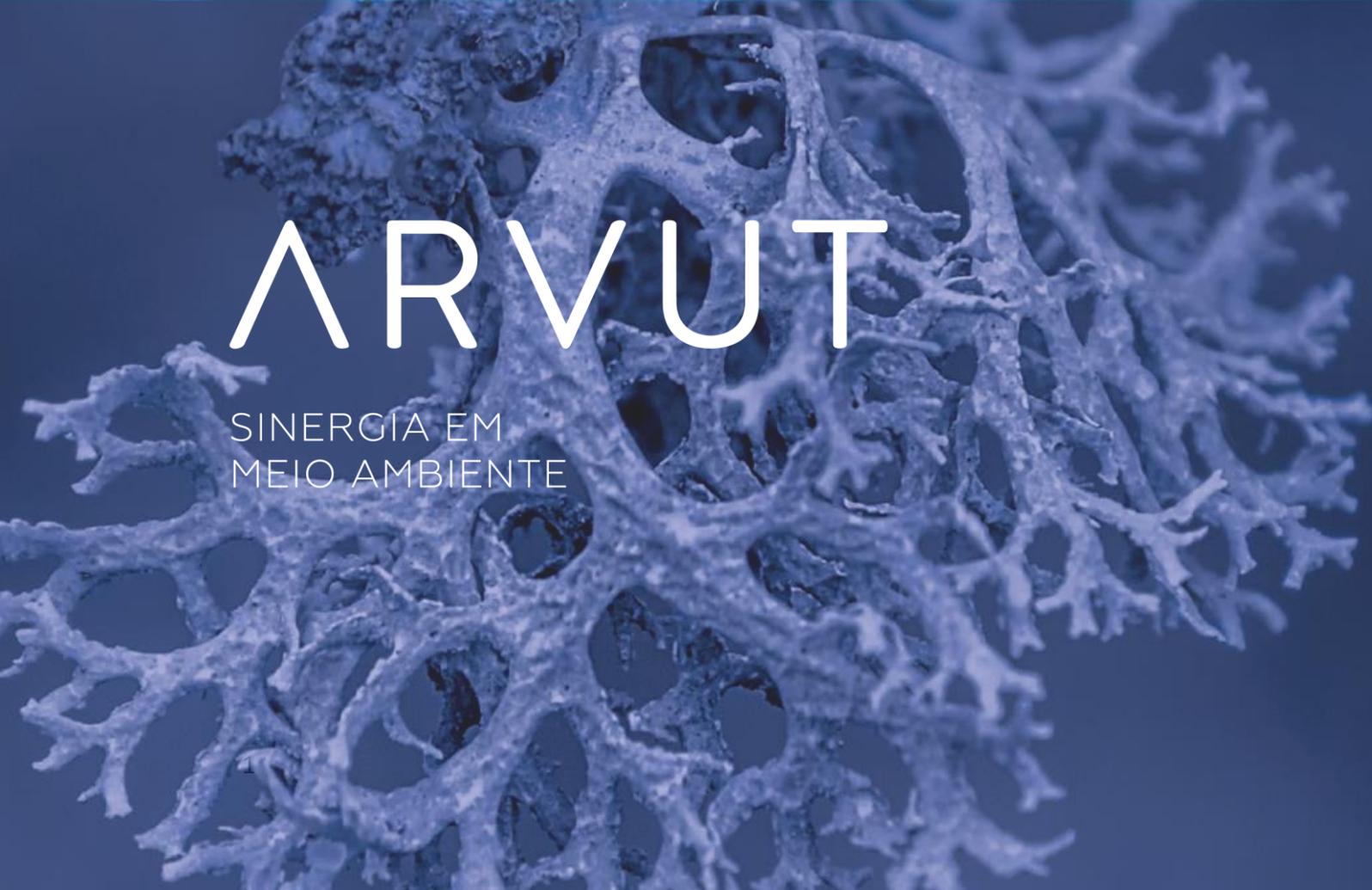


ARVUT

SINERGIA EM
MEIO AMBIENTE





**LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO,
ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE
DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E
FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA**

**FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER
– FEPAM – RELATÓRIO FINAL**

PORTO ALEGRE, MARÇO DE 2022.

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDER E DA EMPRESA CONSULTORA	14
1.1. Empresa Contratada	14
1.2. Contratante dos Serviços	14
1.3. Proprietário do Serviço	14
1.4. Profissionais Envolvidos.....	14
1.4.1. Responsáveis Técnicos pela Arvut	14
1.4.2. Equipe	15
2. APRESENTAÇÃO	16
3. INTRODUÇÃO	17
3.1. Fitoplâncton.....	17
3.2. Zooplâncton.....	18
3.3. Macroinvertebrados bentônicos	19
4. METODOLOGIA	20
4.1. Área de estudo	20
4.1.1. Malha amostral	22
4.2. Processos de coleta	25
4.2.1. Variáveis físico-químicas	25
4.3. Algas Epifíticas e Algas Epipélicas.....	27
4.4. Plâncton.....	27
4.4.1. Fitoplâncton	27
4.4.2. Zooplâncton	29
4.5. Macroinvertebrados bentônicos	30

4.6. Análise de Dados	34
4.7. Dados secundários.....	35
5. RESULTADOS	36
5.1. Variáveis físico-químicas.....	36
5.2. Fitoplâncton.....	41
5.2.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos.....	62
5.2.2. Composição – dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> entre estações.....	63
5.2.3. Variações espaciais - parâmetros ecológicos	64
5.2.4. Composição – dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> por pontos amostrais	66
5.2.1. Variações na coluna d’água- parâmetros ecológicos	68
5.2.2. Composição – dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> por estratos da coluna d’água ...	74
5.2.3. Discussão.....	74
5.3. Zooplâncton.....	79
5.3.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos.....	94
5.3.1. Composição- dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> entre estações	95
5.3.2. Variações espaciais - parâmetros ecológicos	98
5.3.3. Composição- dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> entre pontos amostrais	102
5.3.1. Variações na coluna d’água- parâmetros ecológicos	106
5.3.1. Composição – dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> por estratos da coluna d’água .	116
5.3.1. Discussão.....	117
5.4. Macroinvertebrados bentônicos	126
5.4.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos.....	150
5.4.2. Composição – dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> entre campanhas	152
5.4.3. Variações espaciais – parâmetros ecológicos.....	153

5.4.4. Composição- dissimilaridade de <i>Bray-Curtis</i> entre pontos amostrais	158
5.4.5. Discussão.....	161
6. Impactos ambientais da mineração, medidas mitigatórias e compensatórias	165
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	173
Referências Bibliográficas	179
Anexos.....	193

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Valores máximos dos parâmetros físico-químicos de acordo com a Classe de qualidade de água determinada pela Resolução Conama nº357/2005.	26
Tabela 2: Resultados dos dados físico-químicos mensurados em campo, média, máxima, mínima e desvio padrão, referente C1 (outono), C2 (inverno), C3 (primavera) e C4 (verão) do levantamento da biota aquática do lago Guaíba/RS.....	40
Tabela 3. Lista dos <i>taxa</i> fitoplanctônicos inventariados no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Os pontos de registro correspondem aos <i>taxa</i> catalogados no cumulativo das campanhas e, sendo Estratos: S= Superfície; M= Meio e F= Fundo. * <i>taxa</i> que ocorreram em mais de 50% dos pontos.	45
Tabela 4: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade fitoplanctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.	63
Tabela 5: Parâmetros ecológicos por pontos amostrais (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) da comunidade fitoplanctônica observada no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS....	65
Tabela 6: Lista dos <i>taxa</i> fitoplanctônicos observado por estrato (superfície, meio e fundo), no cumulativo das campanhas outono, inverno, primavera e verão, do levantamento da	

biota aquática no lago Guaíba/RS – Sendo os estratos: S – Superfície; M - Meio e F - Fundo.
..... 69

Tabela 7: Lista dos *taxa* zooplanctônicos inventariado no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. – Sendo: * *taxa* que ocorreram em mais de 50% dos pontos. Estratos de registros: S – superfície M – meio e F- fundo – Hábitat: PEL – Pelágico – LIT - Litorâneo..... 82

Tabela 8: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade zooplanctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. 94

Tabela 9: Parâmetros ecológicos (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por pontos amostrais (P1 ao P50) no cumulativo das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade zooplanctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. 101

Tabela 10: Lista dos *taxa* zooplanctônicos observados por estratos (superfície, meio e fundo), acumulado das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS – Sendo os estratos: S – superfície M – meio e F: fundo..... 108

Tabela 11: Lista dos *taxa* de macroinvertebrados aquáticos inventariado no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Os pontos de registro correspondem aos *taxa* registrados no cumulativo das campanhas, sendo: * *taxa* que ocorreram em mais de 50% dos pontos..... 135

Tabela 12: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para os macroinvertebrados bentônicos observados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS..... 151

Tabela 13: Ocorrência de *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* por estações (outono, inverno, primavera e verão) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.
..... 152

Tabela 14: Parâmetros ecológicos (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por pontos amostrais (P1 ao P50) no cumulativo das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) para os macroinvertebrados bentônicos observados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.	154
Tabela 15: Distribuição de <i>Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta</i> por pontos amostrais (P1 ao P50) em cada uma das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) e cumulativo das campanhas durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.	157
Tabela 16- Distribuição do zooplâncton aparentemente raro (<i>Monospilus</i> sp. [nov], <i>Pseudomoina</i> cf. <i>lemanae</i> e <i>Odontodiptomus thomseni</i>) além do macroinvertebrado <i>Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta</i> nos 35 pontos de registros) catalogados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Em amarelo: um registro; em vermelho: dois ou mais registros.	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Região hidrográfica do Guaíba localizada na porção nordeste do Estado, em vermelho a área de estudo - lago Guaíba/RS.....	21
Figura 2: Localização da área de estudo do levantamento de macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton e fitoplâncton - lago Guaíba/RS.....	22
Figura 3: Densidade relativa da comunidade fitoplanctônica inventariada no cumulativo das campanhas amostrais (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.	42
Figura 4: Riqueza relativa da comunidade fitoplanctônica inventariada no cumulativo das campanhas amostrais (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.	43
Figura 5: Dendograma de dissimilaridade de Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre as campanhas no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.	64
Figura 6: Dendograma de dissimilaridade - Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre os pontos amostrais no cumulativo das campanhas, do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.	67

Figura 7: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre os estratos investigados no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.	74
Figura 8: Densidade relativa (%) acumulada da comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão).....	80
Figura 9: Riqueza relativa (%) acumulada da comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão).....	80
Figura 10: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis para comunidade zooplanctônica inventariada no durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha).	98
Figura 11: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo – outono, inverno, primavera e verão) entre os pontos amostrais para a comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.....	105
Figura 12: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo das estações outono, inverno, primavera e verão) entre os estratos superfície, meio e fundo da coluna d’água para a comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.....	117
Figura 13: Abundância relativa (%) acumulada da comunidade de macroinvertebrados bentônicos inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021-2022).	127
Figura 14: Riqueza acumulada da comunidade de macroinvertebrados bentônicos inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021-2022).	127
Figura 15: Distribuição (%) por habitat preferencial dos macroinvertebrados bentônicos inventariados durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021).	141

Figura 16: Distribuição (%) por hábito alimentar dos macroinvertebrados bentônicos inventariados durante o outono, inverno, primavera e verão/2021 no Lago Guaíba/RS. 143

Figura 17: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis para comunidade de macroinvertebrados aquáticos inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Outono (C1), inverno (C2), primavera (C3) e verão (C4). 152

Figura 18: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo – outono, inverno, primavera e verão) entre os pontos amostrais para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. 160

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Sonda multiparamétrica HORIBA, utilizada para medir os parâmetros físico-químicos da água..... 26

Foto 2: Disco de Secchi, utilizado para medir a transparência da água..... 26

Foto 3: Amostra de fitoplâncton e zooplâncton, com bomba de sucção em rede de plâncton, coleta realizada no lago Guaíba/RS..... 28

Foto 4: Copo coletor para amostras de fitoplâncton..... 28

Foto 5: Copo coletor para amostras de zooplâncton..... 30

Foto 6: Amostrador draga tipo Van Veen, para coleta de macroinvertebrados no lago Guaíba/RS..... 31

Foto 7: Substratos artificiais confeccionados com garrafas PET preenchidas com retículo celulósico da fruta bucha (*Luffa cylindrica*)..... 33

Foto 8: Substratos artificiais confeccionados com garrafas PET preenchidas com retículo celulósico da fruta bucha (*Luffa cylindrica*), instalado no P24..... 33

Foto 9: *Amphipleura* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS..... 53

Foto 10: *Anabaena* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 54

Foto 11: *Aulacoseira* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS..... 54

Foto 12: *Cymbella* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.
..... 55

Foto 13: *Surirella* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.
..... 55

Foto 14: *Ceratium furcoides* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 56

Foto 15: *Thalassiosira* sp. (redonda) e *Melosira* sp. (linear) inventariados no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 56

Foto 16: *Actinastrum* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 57

Foto 17: *Chroococcus* sp.2 inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 57

Foto 18: *Cyclotella* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.
..... 58

Foto 19: *Desmodesmus* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 58

Foto 20: *Eudorina* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.
..... 59

Foto 21: *Gymnodinium* sp inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 59

Foto 22: *Pectinodesmus* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 60

Foto 23: *Pediastrum* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 60

Foto 24: *Schroederia* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS. 61

Foto 25: *Terpsinoe* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.
..... 61

Foto 26: <i>Polyarthra</i> sp.	91
Foto 27: Náuplio de Copepoda Cyclopoida	91
Foto 28: <i>Keratella tropica</i>	92
Foto 29: Larva de molusco Bivalve	92
Foto 30: <i>Synchaeta</i> sp.....	93
Foto 31: Alta densidade das larvas de molusco Bivalve.....	93
Foto 32: <i>Pseudomoina</i> cf. <i>lemnae</i>	96
Foto 33: <i>Monospilus</i> sp. (Nov).....	96
Foto 34: <i>Odontodiptomus thomseni</i>	97
Foto 35: <i>Kellicottia bostoniensis</i> (exótica).....	97
Foto 36: Macrófitas flutuantes observadas durante o inverno na área amostrada.....	119
Foto 37: <i>Limnoperna fortunei</i>	129
Foto 38: <i>Heleobia</i> sp.	130
Foto 39: <i>Corbicula flumínea</i>	130
Foto 40: <i>Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta</i>	131
Foto 41: <i>Castalia martensi</i>	131
Foto 42: Ampullariidae	132
Foto 43: <i>Anodontites trapesialis</i>	132
Foto 44: <i>Chilina parva</i>	133
Foto 45: <i>Potamolithus</i> sp. (Aumento: 30 x).....	133
Foto 46: <i>Hyaella curvispina</i> (Aumento: 30 x)	134
Foto 47: Armadilha recuperada na C4, sem substrato artificial, com apenas duas conchas.	134
Foto 48: Casulo de Odontoceridae (Trichoptera, INSECTA)	141
Foto 49: Macroaglomerado de <i>Limnoperna fortunei</i> (mexilhão-dourado) em um galho.	142

Foto 50: Macroaglomerados de <i>Limnoperna fortunei</i> (mexilhão-dourado), espécie exótica	146
Foto 51: <i>Corbicula flumínea</i> (berbigão-asiático), espécie exótica	147
Foto 52: <i>Corbicula largillierti</i> (berbigão-roxo-asiático), espécie exótica	147
Foto 53: <i>Cyanocyclus limosa</i> (berbigão-roxo), espécie Nativa de Corbiculidae, muito similar a <i>Corbicula largillierti</i> (berbigão-roxo-asiático), espécie exótica	148
Foto 54: <i>Corbicula</i> (aff.) <i>fluminalis</i> . Características principais: concha mais robusta, inflada com umbos altos e sem rostro. Espécie exótica.	148
Foto 55: <i>Melanooides tuberculata</i> (caramujo-trombeta). Espécie exótica	149
Foto 56: Leptoceridae, <i>táxon</i> bioindicador de boa qualidade	149
Foto 57: Chironomidae, <i>táxon</i> bioindicador	150
Foto 58: Representantes de Oligochaeta, <i>táxon</i> bioindicador.....	150

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Anotação de responsabilidade técnica.	194
Anexo 2: Mapa de malha amostral.	195
Anexo 3: Mapa de instalação de armadilhas.....	196
Anexo 4: Gabarito interpretação dos Mapas.	197
Anexo 5. Mapa de Abundância, Riqueza e Diversidade de Fotoplâncton, Zooplâncton e Macroinvertebrado.	198
Anexo 6. Mapa Distribuição Espécies Bioindicadoras.....	199
Anexo 7: Dados secundários	200

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDER E DA EMPRESA CONSULTORA

1.1. EMPRESA CONTRATADA

ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA. – CNPJ: 27.805.836/0001-10

Rua Washington Luiz, N° 1010, sala 702.

Centro Histórico – Porto Alegre/RS – CEP: 90010-460

1.2. CONTRATANTE DOS SERVIÇOS

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER– CNPJ:

93.859.817/0001-09

Avenida Borges de Medeiros, N° 261

Centro – Porto Alegre/RS – CEP: 90020-021

Contato: Marjorie Kauffman

1.3. PROPRIETÁRIO DO SERVIÇO

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER– CNPJ:

93.859.817/0001-09

Avenida Borges de Medeiros, N° 261

Centro – Porto Alegre/RS – CEP: 90020-021

1.4. PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

1.4.1. Responsáveis Técnicos pela Arvut

Camila Fernandes Jaeger - CRBio N° 81754-03

CTF IBAMA N° 6037535

Monique Santos Gamba - CRBio N° 101752-03

CTF IBAMA N° 6566640

1.4.2. Equipe

Monique Santos Gamba. Bióloga - CRBio Nº 101752-03

CTF IBAMA Nº 6566640

Participação: Gerente de projeto.

Fernanda Sartorio. Bióloga - CRBio Nº 58151

CTF IBAMA Nº 5099541

Participação: Coordenação de projeto. Análise e Elaboração de Relatório.

Eduardo Farina – CREA/RS Nº 177016

CTF IBAMA Nº 5333812

Participação: Geoprocessamento e Cartografia

Ana Carolina Lima de Oliveira. Bióloga - CRBio Nº 118067-03

CTF IBAMA Nº 7371647

Participação: Equipe Técnica.

Débora Antonetti. Bióloga - CRBio Nº 088847-03

CTF IBAMA Nº 5934099

Participação: Equipe Técnica. Coleta de Dados. Análise e Elaboração de Relatório.

Greice Francisco Klein. Bióloga - CRBio Nº 058500-03

CTF IBAMA Nº

Participação: Equipe Técnica. Coleta de Dados. Análise e Elaboração de Relatório.

Raquel Fontoura Freiry. Bióloga - CRBio Nº 101738-03

CTF IBAMA Nº 6658986

Participação: Equipe Técnica. Coleta de Dados. Análise e Elaboração de Relatório.

Luani Reinheimer. Bióloga em formação

Participação: Equipe Técnica.

Arthur Zuchetto Fabbris. Biólogo em formação.

Participação: Equipe Técnica.

2. APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste na apresentação do relatório final referente à execução das 4 campanhas, que ocorreram no outono, inverno, primavera e verão, entre os anos de 2021 e 2022, referente ao levantamento da composição, abundância, riqueza e diversidade de bentos (macroinvertebrados bentônicos) e plânctons (zooplâncton e fitoplâncton) na área do Lago Guaíba, em conformidade ao Termo de Contrato de Prestação de Serviço Nº 019-20 e AEM – Autorização para Entrega de Material e/ou Execução de Serviço Nº156-20. O estudo aborda ainda os procedimentos de captura, equipamentos e métodos de amostragem utilizados.



3. INTRODUÇÃO



A Região Hidrográfica do Guaíba vem sendo bastante alterada ao longo do tempo, por processos antrópicos presentes no seu entorno, tais como: cargas de despejos inorgânicas industriais, agrícolas e orgânicas de origem doméstica, que adentram o lago através dos seus afluentes (MALABARBA *et al.*, 2004), estes processos afetam diretamente a abundância e diversidade da biota aquática. O lago Guaíba, por se tratar de uma bacia de sedimentação dinâmica, com características estruturais com presença de canais, sacos e banhados, possui diferentes tipos de habitats abarcando grande diversidade de espécies vegetais e animais. Além disto, é um local importante para a reprodução de vários organismos, principalmente, aquáticos, que dependem da preservação e boa qualidade deste ecossistema. (KOCH *et al.*, 2000).

A avaliação da estrutura da biota aquática é uma excelente ferramenta para analisar a qualidade destes ecossistemas a curto e longo prazo, pois mesmo que os parâmetros físico-químicos da água indiquem algum grau de impacto ao ambiente, eles ainda não são suficientes para demonstrar alterações nas comunidades biológicas (MCCARTHY & SHUGART, 1990; ARIAS *et al.*, 2007). Para estes fins podem ser realizados monitoramentos das comunidades indicadoras da qualidade ambiental, tais como o fitoplâncton, o zooplâncton e os macroinvertebrados bentônicos.

O monitoramento e a manutenção das espécies características da região do lago Guaíba garantem, que este não venha a ser colonizado por outros grupos de organismos exóticos, além daqueles já existentes, que possam prejudicar a população usuária do Lago, o funcionamento dos empreendimentos localizados na área e a qualidade do ambiente como um todo. Neste sentido o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento da composição, abundância, riqueza e diversidade de macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton e fitoplâncton no Lago Guaíba, assim como monitorar sazonalmente as alterações ocorrentes na estrutura dessas comunidades.

3.1. FITOPLÂNCTON

A comunidade fitoplanctônica, é reconhecida por ser uma boa indicadora de qualidade de água e do ecossistema, sendo composta por organismos fotossintetizantes que vivem em suspensão na coluna d'água. Em ambientes de água doce, este grupo é constituído

principalmente por cianobactérias e algas (clorofíceas, diatomáceas, euglenofíceas, crisofíceas, dinofíceas e xantofíceas) (CETESB, 2011; BRANDÃO *et al.*, 2018). Estes organismos são considerados excelentes indicadores, pois são capazes de sinalizar e evidenciar os impactos nos sistemas hídricos, tanto naturais quanto antrópicos, devido a sua rápida resposta as mudanças ambientais, como eutrofização, poluição industrial, entre outras mudanças no corpo hídrico (WU *et al.*, 2012; BELLINGER & SIGEE, 2010). Além disto, eles também são a base das teias tróficas, pois constituem a maior parte da comunidade responsável pela produção primária de um ecossistema aquático (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004).

3.2. ZOOPLÂNCTON

Os indivíduos que compõem a comunidade zooplanctônica também exercem um papel importante na teia trófica dos ecossistemas aquáticos, pois utilizam a coluna d'água como habitat principal, são heterótrofos e fundamentais na transferência de energia (MARGALEF, 1983; DE-CARLI *et al.*, 2018). Além disso, são reconhecidos por terem alta diversidade nos ambientes dulcícolas, uma vez que o grupo é composto por Rotifera, Cladocera, Copepoda e Protozoa (DE-CARLI *et al.*, 2018). Sendo estes últimos raramente incluídos nos estudos em função da difícil identificação (GOMES & GODINHO, 2004; REGALI-SELEGHIM *et al.*, 2011).

Em razão do pequeno tamanho corpóreo, altas taxas reprodutivas e curto ciclo de vida, esses organismos costumam responder rapidamente aos impactos ambientais dos ecossistemas aquáticos, sendo considerados, portanto, um ótimo indicador pontual das condições do corpo hídrico (CAMPOS *et al.*, 1996; MATSUMURA-TUNDISI, 1997; DANTAS-SILVA & DANTAS, 2013; DE-CARLI, 2019). Além disto, a estrutura da comunidade zooplanctônica tende a ser alterada ao longo do tempo e espaço, resultando em modificações na composição e riqueza, bem como, no aumento ou diminuição da densidade das espécies, sendo assim excelentes para monitoramentos limnológicos (SANTANGELO, 2009; DANTAS-SILVA & DANTAS, 2013).

Destaca-se que não constam, para o grupo, listas que contemplem grau de ameaça às espécies. De maneira geral, assim como o fitoplâncton, o zooplâncton também é considerado cosmopolita e acredita-se que devido à falta de estudos de distribuição em nível de espécie, ainda não exista maneiras de contemplar essas atribuições (PERBICHE-NEVES *et al.*, 2012).

3.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Os macroinvertebrados bentônicos, zoobentos ou macrofauna bentônica compreendem um grupo de organismos invertebrados que possuem características sésseis, ciclo de vida relativamente longo e são de fácil visualização. Por viverem aderidos ao substrato os zoobentos são diretamente influenciados por uma série de parâmetros como: tipo de substrato, condutividade, quantidade e tipo de detrito, vegetação aquática e cobertura vegetal (APHA, 1989; WÜRDIG, 1998; MILESI *et al.*, 2008).

Os macroinvertebrados bentônicos, principalmente aqueles que vivem na superfície ou nos primeiros centímetros do sedimento, são os organismos mais utilizados para o biomonitoramento de águas continentais por serem relativamente fáceis de coletar, geralmente são de fácil reconhecimento e apresentam vários graus de sensibilidade a distúrbios, permitindo a detecção de estresses pontuais ao longo do tempo (GHETTI, 1986). Estas características tornam estes organismos excelentes bioindicadores, pois além de serem sensíveis a mudanças na estrutura do hábitat também são sensíveis a poluição (RESH & JACKSON, 1993). Dentre os indivíduos deste grupo existem organismos típicos de ambientes de boa qualidade de águas, como ninfas de Plecoptera e larvas de Trichoptera, assim como, organismos tolerantes como Heteroptera, Odonata e Amphipoda, até organismos resistentes que compreendem alguns Chironomidae e Oligochaeta (CALLISTO *et al.*, 2001; CESAR & HENRY, 2017).

Dentre as espécies de macroinvertebrados ameaçadas de extinção de potencial ocorrência no Lago Guaíba, destaca-se, os moluscos *Anodontites iheringi* e *Mycetopoda legumen* (vulnerável); *Leila blainvilliana*, *Diplodon koseritzi* e *D. iheringi* (em perigo), visto que a região do lago constitui área de distribuição geográfica dessas espécies (FONTANA *et al.*, 2003).

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O levantamento foi desenvolvido no lago Guaíba, que é inserido na região hidrográfica do Guaíba localizada na porção nordeste do Estado, essa região hidrográfica é constituída pelas bacias do Alto Jacuí, Vacacaí-Vacacaí Mirim, Baixo Jacuí, Pardo, Taquari-Antas, Caí, Sinos, Gravataí e lago Guaíba, estendendo-se por uma área de aproximada de 85 mil km² abrangendo 251 municípios, entre eles a capital Porto Alegre (FEPAM, 2020) (Figura 1).

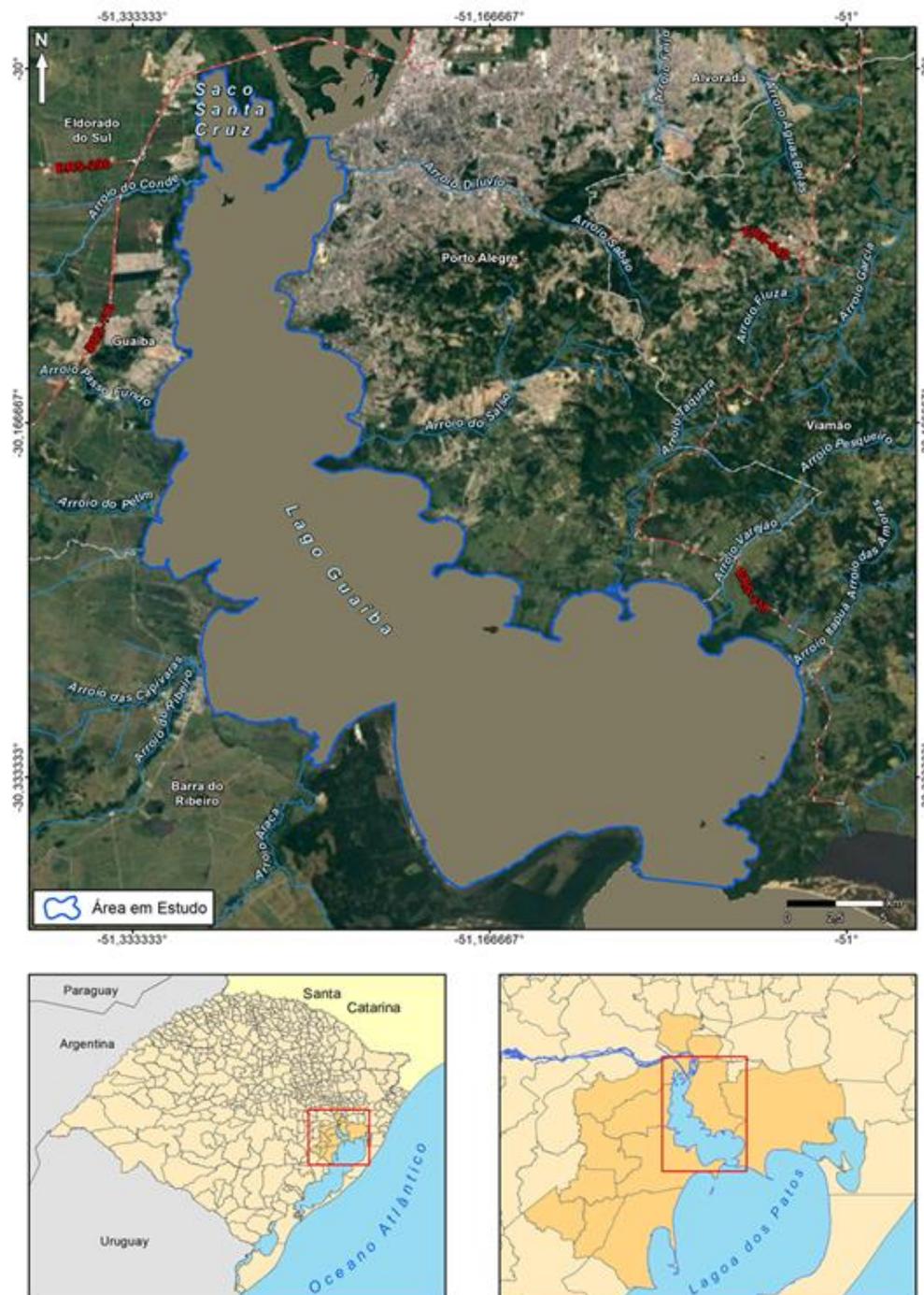
O lago Guaíba é caracterizado por ser um ecossistema lântico com 496 km² de superfície, volume médio de 1,5 bilhões de m³ e profundidade média de 2 metros, atingindo cerca de 12 metros no canal de navegação (SEMA, 2016; FEPAM, 2020), nos períodos de grandes cheias pode apresentar alguns pontos com características de ambiente lótico, devido ao acentuado aumento da sua vazão (

Figura 2). O clima predominante na região é quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo do ano, classificado segundo a Köppen e Geiger como uma região de clima subtropical úmido (Cfa).

Figura 1: Região hidrográfica do Guaíba localizada na porção nordeste do Estado, em vermelho a área de estudo - lago Guaíba/RS.



Figura 2: Localização da área de estudo do levantamento de macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton e fitoplâncton - lago Guaíba/RS.



4.1.1. Malha amostral

A malha amostral foi constituída por 50 pontos distribuídos ao longo do lago Guaíba, a localização de cada um dos pontos que compõem a malha amostral foi definida pela FEPAM

– Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (Quadro 1) .Além destes, foram definidos 10 pontos marginais, para a instalação das armadilhas com substrato artificial (

Quadro 2).

Quadro 1: Pontos do levantamento da biota aquática de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos do lago Guaíba/RS.

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
1	-30,04399315	-51,28483672
2	-30,04407646	-51,24334557
3	-30,06208532	-51,26413906
4	-30,08009081	-51,28494008
5	-30,08013416	-51,264187
6	-30,09813956	-51,28499184
7	-30,13423692	-51,28509548
8	-30,15223876	-51,30591551
9	-30,152329	-51,2643792
10	-30,15236919	-51,24361098
11	-30,17037758	-51,26442736
12	-30,18838258	-51,2852513
13	-30,20638417	-51,30608283
14	-30,20651488	-51,24374422
15	-30,22447944	-51,28535542
16	-30,2243	-51,3064
17	-30,22463407	-51,20222185
18	-30,24252779	-51,28540755
19	-30,24261176	-51,24383325
20	-30,2426488	-51,22304604
21	-30,24271298	-51,18147151
22	-30,2605761	-51,28545973
23	-30,26073095	-51,20229577
24	-30,260833	-51,11913128
25	-30,26086422	-51,0775489
26	-30,27862435	-51,28551195
27	-30,27866805	-51,26471722
28	-30,27874553	-51,22312763
29	-30,27877932	-51,20233278
30	-30,27886086	-51,13994804
31	-30,27889871	-51,09835809
32	-30,27891268	-51,07756309

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
33	-30,29667256	-51,28556422
34	-30,29675671	-51,2439671
35	-30,29679382	-51,22316848
36	-30,29688534	-51,16077241
37	-30,2969611	-51,07757729
38	-30,29697177	-51,05677847
39	-30,3148759	-51,2024069
40	-30,3332	-51,2024
41	-30,31497817	-51,11919672
42	-30,3692	-51,1815
43	-30,33295467	-51,18163769
44	-30,33300584	-51,14002497
45	-30,33304377	-51,09841216
46	-30,33306846	-51,05679928
47	-30,35100286	-51,18167102
48	-30,35105407	-51,14005067
49	-30,35109203	-51,09843022
50	-30,36907828	-51,16089039

Quadro 2: Pontos com instalação de armadilhas com substrato artificial, do levantamento da biota aquática de macroinvertebrados bentônicos do lago Guaíba/RS.

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
1	-30,058310	-51,289753
2	-30,042231	-51,240953
7	-30,120878	-51,288206
15	-30,231056	-51,293035
21	-30,238500	-51,190583
22	-30,256083	-51,285250
24	-30,267233	-51,133300
25	-30,266467	-51,067067
33	-30,303146	-51,287999
50	-30,366817	-51,144983

4.2. PROCESSOS DE COLETA

4.2.1. Variáveis físico-químicas

As variáveis físico-químicas tais como, o pH, a condutividade elétrica, temperatura da água, turbidez e oxigênio dissolvido (OD), foram mensuradas em cada ponto amostral com auxílio de uma sonda multiparamétrica HORIBA (Foto 1). Além disso, foram conferidas as medidas de profundidade com auxílio de uma corda graduada em escala de 10 cm, fixada à peso na extremidade inferior, já a transparência da água foi mensurada com o disco de Secchi de 30 cm de diâmetro, mergulhado na água até a profundidade em que não seja mais possível visualizar o disco (Foto 2). O valor da transparência é a distância entre a superfície da água e o ponto onde o disco deixou de ser visível, em cm (CETESB, 2016), adicionalmente também foram avaliadas as condições meteorológicas do dia da coleta e das 24h anteriores a data da coleta. Posteriormente, os parâmetros físico-químicos medidos foram comparados com os valores referentes a qualidade de águas continentais, de acordo com a Resolução Conama Nº 357/2005 (Tabela 1).



Foto 1: Sonda multiparamétrica HORIBA, utilizada para medir os parâmetros físico-químicos da água.



Foto 2: Disco de Secchi, utilizado para medir a transparência da água.

Tabela 1: Valores máximos dos parâmetros físico-químicos de acordo com a Classe de qualidade de água determinada pela Resolução Conama nº357/2005.

PARÂMETRO	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005			
	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
Oxigênio dissolvido (OD)	≥ 6mg/L	≥ 5mg/L	≥4 mg/L	<2,0 mg/L
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Turbidez (NTU)	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-

4.3. ALGAS EPIFÍTICAS E ALGAS EPIPÉLICAS

As algas epifíticas/epipélicas não foram amostradas em virtude da ausência de ambientes lóticos e macrófitas aquáticas nos pontos amostrais estabelecidos.

4.4. PLÂNCTON

4.4.1. Fitoplâncton

As coletas da comunidade fitoplanctônica foram diurnas, preferencialmente ocorrentes entre o período das 11h às 16h devido a maior intensidade de luz solar no corpo d'água. Em cada ponto amostral foram delimitadas três profundidades (superfície, meio e fundo) para coleta ao longo da coluna d'água, incluindo a zona eufótica (com incidência luminosa) e afótica (sem luz) (AZEVEDO *et al.*, 2008; MEES, 2020). A primeira amostra foi coletada na Sub-superfície (0,1 m), a segunda na profundidade do disco de Secchi e a terceira próximo ao fundo, na região com a menor incidência de luz (SILVA, 2013). Em cada profundidade, com auxílio de uma bomba de sucção, foram filtrados 300 litros da água em rede de plâncton (modelo cônico cilíndrico com malha de 20 micra) (Foto 3), totalizando 900 litros por ponto amostral.

As amostras contidas no copo coletor (Foto 4), foram fixadas com formol a 4%, previamente neutralizado com bicarbonato de sódio (5 g para cada litro de formol) (CETESB, 2011), acondicionadas em potes de polietileno e transportadas para análise em laboratório. Para a triagem, a amostra foi homogeneizada através da agitação do frasco. Como a amostra encontra-se concentrada, foi separado 1mL para ser analisado em uma câmara de Sedgwick Hafter (MÜLLER *et al.*, 2011). A triagem e identificação ocorreu sob microscópio óptico, visando a coleta de informações quantitativas e qualitativas. Para garantir o bom aproveitamento qualitativo da amostra ainda foram analisadas mais quatro câmaras totalizando 05 mL. Os organismos encontrados foram contabilizados e identificados até gênero, através de bibliografia especializada como Komarek & Foot (1983), Komárek & Anagnostidis (1999), Komárek (2003), Komárek *et al.* (2003), Round *et al.* (1990) e Krammer & Lange-Bertalot (1988).



Foto 3: Amostra de fitoplâncton e zooplâncton, com bomba de sucção em rede de plâncton, coleta realizada no lago Guaíba/RS.



Foto 4: Copo coletor para amostras de fitoplâncton.



Fepam



4.4.2. Zooplâncton

As coletas de zooplâncton (Foto 5) também foram diurnas, preferencialmente realizadas entre o período das 11h às 16h. Assim como as coletas de fitoplâncton, a amostragens de zooplâncton também foram realizadas em três profundidades, determinadas com auxílio do disco de Secchi, conforme descrito anteriormente (AZEVEDO *et al.*, 2008; MEES, 2020). A primeira amostra foi coletada na sub-superfície (0,1 m), a segunda na profundidade do disco de Secchi e a terceira próximo ao fundo, na região com a menor incidência de luz (SILVA, 2013). Em cada profundidade, com auxílio de uma bomba de sucção foi realizada a filtragem de 300 litros da água, em rede de plâncton (modelo cônico-cilíndrico com malha de 50 micra) (Foto 3), totalizando 900 litros por ponto amostral. As amostras contidas no copo coletor foram preservadas em formol a 4%, previamente neutralizado com bicarbonato de sódio (5 g para cada litro de formol P.A) e sacarose (40 g para cada litro de formol P.A). A neutralização com sacarose previne a distorção da carapaça e a perda de ovos em cladóceros de água doce (CETESB, 2011). Por fim, as amostras foram acondicionadas em potes de polietileno e transportadas para análise em laboratório (PALAZZO, 2006; PERBICHE-NEVES *et al.*, 2010; FIALEK, 2018).

No laboratório, após a homogeneização das amostras foram retiradas subamostras de 1 ml. Os organismos foram contabilizados em câmara de Sedwick-Rafter em microscópio óptico, alcançando no mínimo 100 indivíduos do *táxon* mais abundante e posteriormente identificados ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de bibliografia específica, (REID, 1985; MATSUMURA-TUNDISI 1986; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SILVA, 2003; PERBICHE-NEVES, 2011; GAZULHA, 2012). Destaca-se que, as formas adultas das duas ordens de Copepoda (Cyclopoida e Calanoida) foram identificadas até o menor nível taxonômico possível, enquanto, as fases imaturas (Náuplios e Copepoditos) foram apenas contabilizadas para cada ordem. Neste sentido, para evitar a contabilização dúbia, as fases imaturas das mencionadas ordens não foram incluídas no somatório das análises ecológicas (riqueza, dominância e diversidade).



Foto 5: Copo coletor para amostras de zooplâncton.

4.5. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Para a coleta direta dos macroinvertebrados bentônicos foram pré-estabelecidos dois métodos com possibilidade de aplicação conforme a estrutura do ponto amostral e, um método com experimento de colonização:

1. Amostrador de Fundo: nos pontos amostrais de maior profundidade (superior a 1,5 m) foi utilizada a coleta de sedimento com o amostrador draga tipo Van Veen (Foto 6), com capacidade para 03 kg de substrato, a draga é utilizada preferencialmente em ambientes lânticos e com substrato arenoso ou argiloso para garantir a efetividade da coleta. A partir da embarcação foram coletadas três sub-amostras de substrato em cada ponto amostral por remoção, ou seja, por coletas sucessivas no mesmo local (BICUDO & BICUDO, 2004). A variação no esforço de amostragem é necessária para assegurar uma medida representativa da riqueza total e composição de macroinvertebrados de cada área (GOTELLI & COLWELL, 2001) priorizando-se o substrato justamente por tratar-se de organismos que vivem sob ou sobre o mesmo.
2. Rede Puçá: para os pontos amostrais marginais de até 1,5 metros de profundidade seria realizada a coleta quali-quantitativa dos macroinvertebrados bentônicos por meio de rede entomológica aquática do tipo puçá com malha de 250-500 μ e abertura de 30cm de diâmetro. Todavia, para essa metodologia é importante selecionar diferentes

microhabitats, como por exemplo, regiões com vegetação aquática no entorno, o que não foi constatado nos locais amostrados, além disso, a profundidade foi superior a 1,5 metros na maioria dos pontos, dito isso, este método não foi empregado.



Foto 6: Amostrador draga tipo Van Veen, para coleta de macroinvertebrados no lago Guaíba/RS.

Ainda em campo, as amostras de macroinvertebrados foram acondicionadas em sacos ou potes plásticos devidamente etiquetados e lacrados e fixados em formol 10%, previamente neutralizado com bicarbonato de sódio (5 g para cada litro de formol P.A) (CETESB, 2011). No laboratório, as amostras foram lavadas em uma peneira de 250 μ m para retirar folhas, caules e outros detritos, em seguida, os organismos foram triados com o auxílio de um estereoscópio óptico até o aumento de 30x e o material preservado em álcool 80%. Os organismos separados foram identificados em nível de família ou gênero (quando possível) de acordo com Lopretto & Tell (1995), Merritt & Cummins (1996), Fernández e Dominguez (2001) e outros.

Não foram realizadas coletas em outros estratos (superfície, meio e fundo) porque os poucos registros no plâncton para o grupo de bentônicos é caracterizado pela presença de exúvias à deriva e organismos muito jovens, de dimensão reduzida e hábito planctônico

que, neste caso acabam integrando componentes da fauna zooplanctônica como larvas de Mollusca e Nematoda.

3. Substrato artificial: experimentos de colonização possibilitam conhecer a fauna bentônica presente numa área, como também permite a análise das mudanças que ocorrem na composição dessa comunidade ao longo do tempo (CARVALHO & UIEDA, 2004). Para tal foram selecionados 10 pontos amostrais dentre os 50 já mencionados para a aplicação do substrato artificial estéril. Substrato artificial é uma armadilha de coleta que simula o ambiente natural dos macroinvertebrados e tem sido amplamente utilizado por apresentar menor custo e maior facilidade de manuseio, além de, muitas vezes fornecer uma riqueza e diversidade bem maior de organismos em relação aos amostradores convencionais, principalmente em ambientes lênticos (SILVEIRA & QUEIROZ, 2006).

Para a coleta foram utilizados substratos artificiais confeccionados com garrafas PET preenchidas com retículo celulósico da fruta bucha (*Luffa cylindrica*), conforme modelo de Volkmer - Ribeiro *et al.* (2004), Com o auxílio de uma tesoura, foi removido o fundo de uma garrafa PET; com um arame de aço foi fixada uma malha quadrada de nylon poliamida (100cm²; malha de 1mm de abertura) na lateral interior do recipiente; o fundo removido foi novamente fixado à garrafa com amarras de aço e, finalmente, foram feitos orifícios (1cm) em toda a superfície do recipiente, com ferro em brasa Foto 7). Os orifícios possibilitam a circulação da água e a entrada de organismos no interior do recipiente (PEREIRA *et al.*, 2010). Os substratos foram mergulhados nos pontos e permanecem até a sua retirada na estação seguinte, o que correspondente a aproximadamente três meses de permanência em cada ponto amostral selecionado (LIMA *et al.*, 2011) (Foto 8). O material amostrado foi fixado com formol 10%, previamente neutralizado com bicarbonato de sódio (5g para cada litro de formol P.A) (CETESB, 2011).



Foto 7: Substratos artificiais confeccionados com garrafas PET preenchidas com retículo celulósico da fruta bucha (*Luffa cylindrica*).



Foto 8: Substratos artificiais confeccionados com garrafas PET preenchidas com retículo celulósico da fruta bucha (*Luffa cylindrica*), instalado no P24.

No laboratório, as amostras oriundas dos substratos artificiais foram lavadas em uma peneira de 250 μ m para retirar folhas, caules e outros detritos, Em seguida, os organismos serão triados com o auxílio de um estereoscópio óptico até o aumento de 30x e o material preservado em álcool 80%. Os organismos serão separados e identificados em nível de

família ou gênero (quando possível) de acordo com Lopretto & Tell (1995), Merritt & Cummins (1996), Fernández e Dominguez (2001) e outros.

4.6. Análise de Dados

Os dados levantados a partir das amostragens obtidas em campo, foram utilizados para avaliar as comunidades aquáticas, através de índices ecológicos. Objetivando analisar a estrutura de cada comunidade, foi mensurada a riqueza taxonômica (R) para todos os grupos e calculada a abundância através da contagem do número de *taxa* presente nas amostras. Para os organismos planctônicos estes dados foram utilizados para calcular a densidade numérica, expressos para fitoplâncton em organismos por mL e para zooplâncton em indivíduos por metro cúbico (ind./m³).

A estimativa da frequência de organismos aquáticos (fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica) em cada ponto amostral foi feita através da seguinte equação:

$$AR (\%) = (n \times 100) / N$$

Onde:

AR = frequência de ocorrência (%)

n = nº de organismos de um determinado *táxon*

N = nº total de organismos

A diversidade foi calculada para todos os grupos através do índice de Shannon- Wiener (H') para cada ponto amostral. Os valores do índice de diversidade de Shannon variam, de zero (quando ocorre apenas um *táxon*) até o infinito, neste caso quanto maior o valor, maior a heterogeneidade da composição da comunidade.

Equação padrão descrita a seguir:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i)$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

S = número de *taxa*

p_i = proporção de indivíduos pertencentes ao *táxon* i

$\Delta = 0 - \infty$

Para a verificar da similaridade da composição entre pontos e entre os estratos (quando necessário), foi utilizado do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis que analisa a presença/ausência (índice binário) dos *taxa* no ponto investigado. Para analisar à equitabilidade de cada ponto amostral, para cada grupo investigado, foi utilizado o índice de Pielou, pois possibilita verificar se as espécies possuem abundâncias semelhantes ou divergentes. Por fim, foi calculada a dominância de Berger-Parker entre espécies no ponto, possibilitando a identificação de áreas com *taxa* de abundâncias elevadas. Todos os índices foram calculados utilizando o software livre PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

4.7. DADOS SECUNDÁRIOS

De modo a auxiliar no atual diagnóstico ambiental foram levantados dados secundários da composição da comunidade fitoplanctônica (RODRIGUES, 2004; ECOÁGUAS, 2007; TORGAN & SANTOS, 2007; POLAR, 2008; SALOMONI & TORGAN, 2008), zooplanctônica (POLAR, 2008; ECOÁGUAS, 2007; BORGES & PEDROZO, 2009) e macroinvertebrados bentônicos (BUCKUP, 1971; SCHRÖDER-PFEIFER, 2000; MANSUR *et al.*, 2003; MANSUR *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2010; ALBANUS *et al.*, 2013, ISHIKAWA, 2014; SEMA, 2016; ARVUT, 2020) de possível ocorrência na Bacia do lago Guaíba. As listas de *taxa* foram confeccionadas com base em bibliografias de levantamentos realizados na região.

Nos dados secundários constam também para fitoplâncton e zooplâncton, o nome popular dos *taxa*, o micro-habitat preferencial, hábito alimentar, risco de extinção e endemismo e para os macroinvertebrados constam além dos já citados, espécie cinegética, e interesse médico-sanitário. O status de conservação das espécies citadas nos dados secundários seguem a Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2018) para o Brasil e a lista vermelha da IUCN (International Union for Conservation of Nature) em escala mundial.

5. RESULTADOS

5.1. Variáveis físico-químicas

Dentre os parâmetros mensurados o pH é um parâmetro importante a ser avaliado, pois a variação deste além de, alterar a composição das comunidades biológicas, pode indicar possíveis contaminações de origem orgânica, ocorrendo baixos valores (inferiores a 6) de pH para corpos de água ricos em compostos húmicos (ESTEVES, 2011). Além disto, determinadas concentrações de pH podem também contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, ou exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2016). Desta forma, as restrições de faixas de pH estabelecidas para as diversas classes de águas naturais variam de 6,0 a 9,0 para as Classes 1 e 2 (Resolução nº 357 do CONAMA, de março de 2005).

No que se refere a primeira campanha (C1) realizada no outono, o pH medido nos 50 pontos amostrais avaliados, variou entre 6,35 e 8,50, estando dentro do estipulado pela resolução para as classes de qualidade de água doce. Da mesma forma, quanto a segunda campanha (C2) realizada no inverno, os valores estiveram dentro do preconizado, todavia, observa-se que o P28 apresentou uma leve alteração com registro de pH 9,10. A terceira campanha (C3) realizada na primavera seguiu o mesmo padrão das campanhas anteriores, com valores dentro do estipulado pela resolução CONAMA, exceto o P50 que obteve uma pequena variação com o valor de pH 5,90. Assim como na primeira, a quarta campanha (C4) exibiu valores dentro dos limites determinados pela legislação, variando o pH entre 6,35 a 8,55 nos 50 pontos amostrais.

O oxigênio dissolvido (OD) na C1, variou entre 7,01 e 9,20 (mg/L), estes valores são correspondentes a Classe 1 de qualidade de água, que preconiza o mínimo valor de 6 mg/L, demonstrando que o lago Guaíba, mesmo sendo um ecossistema lântico ainda possui alta oxigenação de suas águas. Já em C2, de forma geral os valores observados estão de acordo com o preconizado pelo CONAMA, com exceção do P28 que registrou 5,82mg/L, ainda assim, os demais pontos permanecem acima dos 6mg/L. Para C3, o oxigênio dissolvido variou de 5,14 mg/L até 7,90 mg/L, sendo que os pontos P2, P10, P21, P23, P38, P41, P44 e P49 apresentaram valores correspondentes a Classe 2 de qualidade água, que preconiza o valor mínimo de 5 mg/L, enquanto os valores analisados para os demais pontos são classificados como Classe 1 (≥ 6 mg/L). No verão o oxigênio dissolvido variou entre 5,32 e

8,40 (mg/L), estando os pontos P2, P6 e P48 com valores de Classe 2 (≥ 5 mg/L), enquanto os demais pontos, que obtiveram valores ≥ 6 mg/L, seguem classificados como Classe 1.

Do ponto de vista físico, a concentração de oxigênio dissolvido é inversamente proporcional a temperatura da água, dessa forma é esperado que nos períodos mais frios e chuvosos, ocorra uma menor pressão no balanço de oxigênio dissolvido no sistema, tanto pelo aumento da solubilização dos gases quanto na redução dos processos de decomposição e de eutrofização (BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013). Este padrão é corroborado pelas baixas temperaturas medidas nas duas primeiras campanhas, correspondente ao período mais frio, que atingiram concentrações superiores de oxigênio dissolvido. No outono, houve variação de 13,40 a 18,90 °C e no inverno os valores medidos variaram entre 11,80 a 17,90 °C. Já na primavera, nota-se um aumento da temperatura da água, que variou entre 17°C a 24,90 °C, por sua vez, esse aumento resultou em valores inferiores de oxigênio dissolvido quando comparado com as campanhas anteriores. Por fim, no verão, período de temperaturas elevadas, que oscilaram entre 21,93°C a 31°C, o oxigênio não apresentou queda, estando grande parte dos pontos inseridos em Classe 1, a exceção dos três pontos citados acima. Em suma, os valores estatísticos de oxigênio dissolvido e condizentes com a resolução CONAMA 357/2005 para águas até classe 2 encontrados ao longo das quatro estações podem estar vinculados a alta incidência de ventos na região do lago Guaíba, que provoca uma mistura, permitindo a transferência de oxigênio atmosférico para a água (SEMA, 2016; SILVA, 2016).

A turbidez por sua vez, também é uma excelente ferramenta para avaliação do ecossistema aquático, e mensura a quantidade de material particulado presente nas águas. Dentre os fatores que aumentam a turbidez da água, podemos citar o escoamento superficial causado pelos despejos de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração. O aumento exacerbado da turbidez resulta em alterações significativas nos ecossistemas aquáticos, dentre os principais prejuízos está à redução da fotossíntese do fitoplâncton e das macrófitas submersas, que suprimem a teia trófica e afetam negativamente os usos doméstico, industrial e recreacional do ecossistema (CETESB, 2016). O valor de referência máximo (CONAMA 357/2005) estabelecido é de 100 NTU, para Classe 2.

Desta forma, para o Lago Guaíba no levantamento ocorrido no outono, a turbidez variou entre 12 e 93 NTU, já no que se refere ao inverno percebe-se uma redução deste parâmetro, que variou entre 10,2 e 29,25 NTU, estando o outono dentro dos limites

aceitáveis para a Classe 2 e o inverno nos limites estabelecidos para a Classe 1 do CONAMA. No que tange a primavera, a turbidez variou entre 9,24 e 98 NTU, desta forma, novamente, os valores mensurados permanecem dentro dos limites aceitáveis para a Classe 2 de qualidade de água. Já no verão, a turbidez variou entre 5,35 e 56,40 NTU, sendo assim permanecendo novamente dentro dos limites aceitáveis para a Classe 2.

Por fim, a condutividade elétrica mesmo que, não tenha um valor mínimo específico determinado pela Resolução CONAMA 357/2005, é um parâmetro importante por ser um indicativo da entrada de sólidos dissolvidos no ambiente. Para a CETESB (2016) por exemplo, valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sugerem ambientes impactados, que podem estar relacionados a decomposição de matéria ou carga orgânica de origem antropogênica.

Os dados mensurados para a campanha referente ao outono variaram entre 68,49 e 96,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ficando abaixo deste valor. Já para a campanha referente ao inverno, observam-se valores acima do sugerido pela CETESB (2016), variando entre 98 a 176 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no que se refere aos pontos que estiveram na faixa de valores inferiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cita-se o P06 e o P07 com 98 e 99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Para a primavera foram observados valores superiores as demais estações, com uma condutividade média 169,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, variando entre 105 a 217 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com destaque para o P20, P25, P41, P46, P47 e P48 que apresentaram valores maiores ou igual a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na campanha referente ao verão os valores oscilaram entre 75 e 219 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com a maioria dos pontos exibindo resultados superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com destaque aos pontos P9, P11, P12, P43, P45 com valores superiores a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ainda assim, segundo Esteves (2011) há distinção de valores de condutividade esperada entre as estações do ano, pois, este parâmetro muda com a sazonalidade, sendo menor no período chuvoso devido a maior diluição dos íons, no entanto, como citado acima, a influência de origem antropológica, principalmente a entrada de esgotos de origem orgânica, podem elevar os valores independente da sazonalidade (PIRATOBA *et al.*, 2017).

Considerando a média calculada para os pontos investigados, de acordo com estes parâmetros, o lago Guaíba se enquadra na Classe 2 de qualidade de água (Tabela 2) em todas as estações. Todavia, o relatório da qualidade da água superficial do estado do Rio Grande do Sul elaborado FEPAM em 2020, cita que, a bacia do lago Guaíba apresenta água de qualidade ruim, devido aos elevados valores de nutrientes Fósforo Total e *Escherichia*



coli. Ademais, os valores detalhados das análises físico-químicas por estações seguem na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados dos dados físico-químicos mensurados em campo, média, máxima, mínima e desvio padrão, referente C1 (outono), C2 (inverno), C3 (primavera) e C4 (verão) do levantamento da biota aquática do lago Guaíba/RS.

	pH				OD (mg/L)				Turbidez (NTU)				Condutividade (μ S/cm)				Temperatura ($^{\circ}$ C)			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Média	7,45	7,54	6,62	7,418	8,18	7,04	6,70	6,99	42,96	29,25	45,96	19,438	68,49	126,22	169,78	163,39	15,76	14	20,38	25,49
Máximo	8,50	9,10	7,41	8,55	9,20	9,00	7,90	8,40	93	72,20	98	56,40	96,75	176	217	219	18,90	17,90	24,90	31
Mínimo	6,35	7,1	5,9	6,35	7,01	5,82	5,14	5,32	12	10,2	9,24	5,35	26,25	98	105	75	13,4	11,80	17	21,93
Desvio Padrão	$\pm 0,19$	$\pm 0,37$	$\pm 0,38$	$\pm 0,52$	$\pm 0,48$	$\pm 0,62$	$\pm 0,71$	$\pm 0,61$	$\pm 14,61$	$\pm 15,61$	$\pm 23,77$	$\pm 10,43$	$\pm 9,63$	$\pm 19,64$	$\pm 24,17$	$\pm 37,48$	$\pm 1,08$	$\pm 1,19$	$\pm 1,75$	$\pm 2,17$

Ainda sobre os parâmetros físicos e químicos mensurados *in situ*, cabe citar as medidas de profundidade e transparência da coluna d'água. Na C1, no que tange a profundidade a média mensurada foi de 2,9m (d.p \pm 0,7) variando entre 1 e 7m. Já a transparência determinada a partir do desaparecimento visual do disco de Secchi foi de 62cm em média (d.p \pm 28,4), variando entre 15 e 150 cm. Conforme segue, na C2 a profundidade média foi de 3,25m (d.p \pm 0,92) variando entre 1,6 e 6m. Quanto a transparência, a média calculada ficou em 34,3cm (d.p \pm 8,15) e variou entre 20 e 60cm. Para a C3, a profundidade média foi de 3,34m (d.p \pm 0,95), oscilando entre 1,75 e 7m. Já a transparência média na C3 ficou em 31,58cm (d.p \pm 13,49), variando entre 15 e 71cm. Por fim na C4, a profundidade média foi 2,61m (d.p \pm 91,37), variando entre 1 e 5m e a transparência média foi de 46,48cm (d.p \pm 25,58), oscilando entre 20 e 110cm.

Pode ser observado, portanto, que para o lago Guaíba os valores médios de profundidade, avaliando as 4 campanhas realizadas variaram entre 2,61 e 3,34m, e a transparência entre 15 e 150. Salienta-se que estes dois parâmetros são essenciais para compreender a dinâmica dos sólidos finos em suspensão nos ecossistemas aquáticos, pois a sedimentação é determinada pela profundidade da lâmina d'água, que se deposita somente em profundidades maiores que 3 metros, uma vez que, em águas mais rasas a ação das ondas gera turbulência, o que é capaz de provocar a ressuspensão dos sedimentos finos (BACHI *et al.*, 2000, SEMA, 2016). Estes processos alteram a transparência da água, devido as partículas suspensas como os compostos inorgânicos já citados, além de compostos orgânicos como bactérias e fitoplâncton. E em lagos, com alta concentração de partículas e compostos dissolvidos, ocorre forte dispersão da radiação, enfraquecendo a incidência das radiações para as camadas inferiores da coluna d'água (BAMBI & SILVA, 2000).

5.2. Fitoplâncton

No conjunto das amostragens sazonais avaliadas (outono, inverno, primavera e verão) a quantidade de indivíduos do fitoplâncton foi de 746.133 indivíduos fitoplânctônicos por mL distribuídos em 111 *taxa*. Ao todo, foram identificados 08 filos (Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa, Miozoa e Ochrophyta).

Dentre os grupos identificados, é possível observar que Bacillariophyta deteve praticamente 99% da densidade relativa acumulada entre as campanhas, seguido por

Chlorophyta (0,74%), Miozoa (0,35%) e Cyanobacteria (0,32%) e os demais grupos, com participação menor do que 0,1% da densidade da amostragem

No que tange a riqueza acumulada, Chlorophyta foi o mais representativo ao atingir 36% (40 *taxa*) da riqueza relativa. Em seguida, Bacillariophyta compõe 30% da riqueza relativa, com 33 *taxa*, seguido de Cyanobacteria (14%, 16 *taxa*), Charophyta (6%, 07 *taxa*), Euglenozoa (5%, 06 *taxa*), Ochrophyta (5%, 05 *taxa*), Miozoa (3%, 03 *taxa*) e finalmente Cryptophita com 1% e apenas *um taxa*.

Figura 3: Densidade relativa da comunidade fitoplanctônica inventariada no cumulativo das campanhas amostrais (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

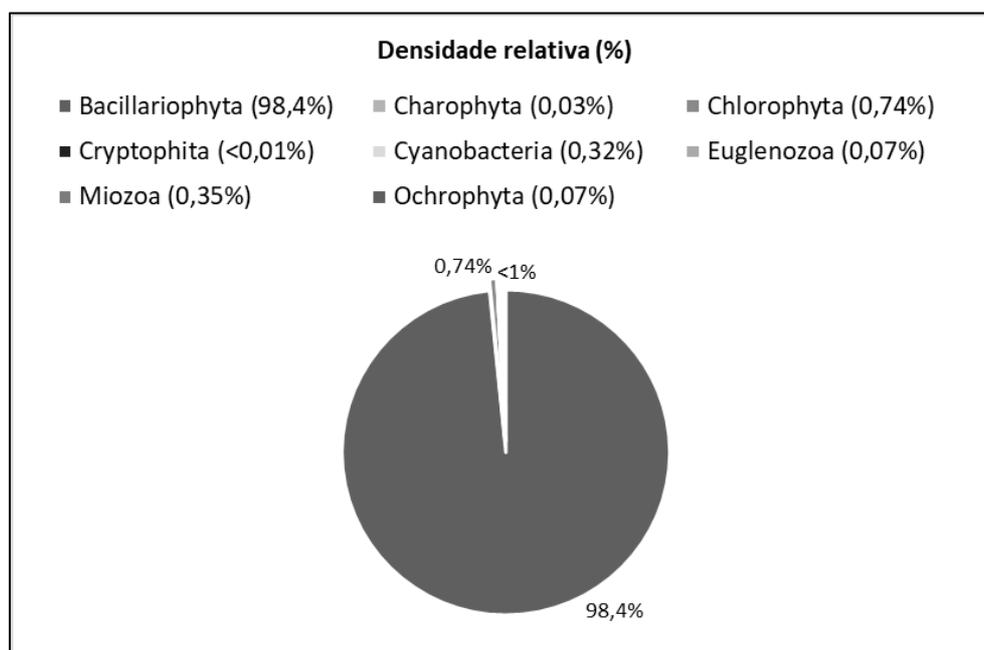
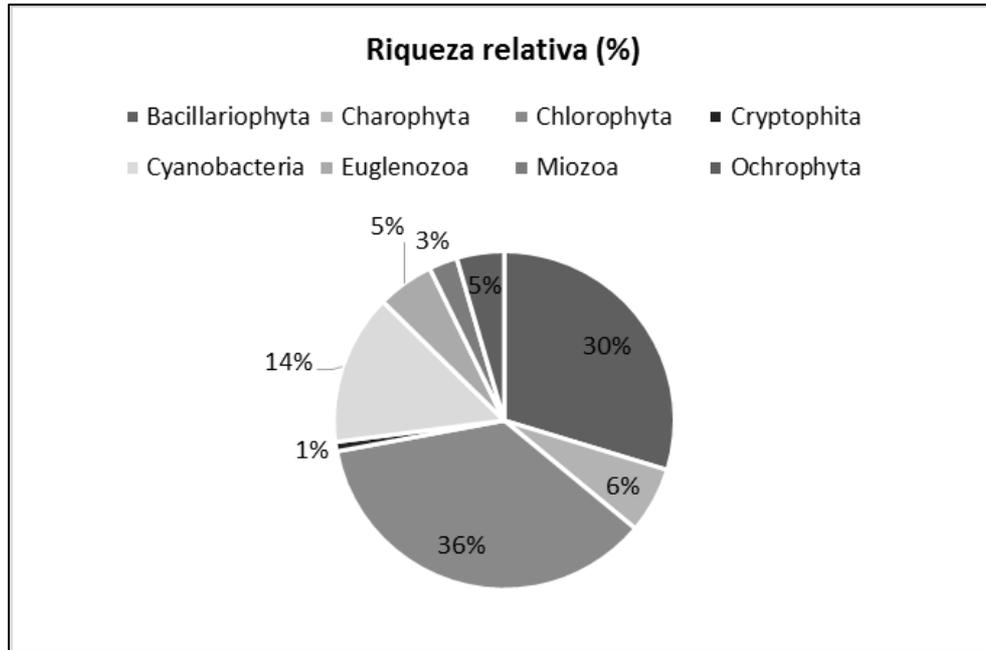


Figura 4: Riqueza relativa da comunidade fitoplanctônica inventariada no cumulativo das campanhas amostrais (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Do conjunto dos 111 *taxa* catalogados, 38 obtiveram ocorrência em mais de 50% dos pontos amostrais, evidenciando que estes, estão espacialmente bem distribuídos na região monitorada. Como exemplo destes podemos citar: *Amphipleura sp.*, *Cocconeis sp.*, *Diploneis sp.*, *Eunotia sp.*, *Fragilaria sp.*, *Frustulia sp.*, *Gomphonema sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Navicula sp.*, entre outras. Destaca-se também 05 *taxa* que ocorreram em todos os pontos amostrais, sendo estes: *Aulacoseira sp.*, *Melosira sp.*, *Cyclotella sp.*, *Anabaena sp.* e *Ceratium furcoides*. Em contrapartida, 03 *taxa* ocorreram em apenas um dos 50 pontos amostrais, sendo estes *Botryococcus sp.*, *Gonyostomum sp.* e *Isthmochloron sp.* Os demais *taxa* ocorreram variadamente entre dois e em menos do que a metade dos pontos amostrais.

Quanto a sazonalidade, 51 *taxa* foram amostrados nas quatro estações e 16 *taxa* foram detectados em apenas uma estação, sendo 10 destas no inverno, como nos casos de *Coronastrum sp.*, *Stauridium sp.*, *Franceia sp.*, *Oocystis sp.*, *Cylindrospermopsis sp.*, *Nostoc sp.*, *Petalomonas sp.*, *Gonyostomum sp.* e *Isthmochloron sp.* No outono ocorreram com exclusividade *Placoneis sp.* e *Ulnaria sp.*, na primavera *Botryococcus sp.* e no verão *Schroederia sp.* e *Chroococcus sp.*, evidenciando certa sazonalidade característica da comunidade fitoplanctônica.



A seguir, na tabela, estão listados todos os *taxa* fitoplânctônicos inventariados ao longo das quatro estações, juntamente com os pontos de registros e estratos da coluna d'água, assim como, o nome popular e habitat preferencial.

Tabela 3. Lista dos *taxa* fitoplanctônicos inventariados no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Os pontos de registro correspondem aos *taxa* catalogados no cumulativo das campanhas e, sendo Estratos: S= Superfície; M= Meio e F= Fundo. * *taxa* que ocorreram em mais de 50% dos pontos.

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
BACILLARIOPHYTA									
Bacillariophyceae									
<i>Amphipleura</i> sp.*	diatomácea	1-14, 16, 18, 22, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 37, 39, 46	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Amphora</i> sp.	diatomácea	1, 3-6, 9, 10, 12, 13, 19, 20, 21, 28, 29, 31, 33, 34	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Asterionella</i> sp.*	diatomácea	1, 2, 7-12, 14, 17, 19, 20, 31, 34, 36-38, 41, 46, 48, 49	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Caloneis</i> sp.	diatomácea	1, 6, 18, 27, 29	X			X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Cocconeis</i> sp.*	diatomácea	1-4, 7, 9-12, 14, 17, 20, 26, 29, 30-37, 40-43, 49, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Cymbella</i> sp.	diatomácea	2-12, 14, 20, 22, 26, 27, 29, 32, 35, 36	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Diploneis</i> sp.*	diatomácea	1-3, 5-12, 14, 15, 17, 19, 22, 23, 27-29, 33, 35-37, 40, 41, 47		X	X	X	S, M, F	Não	Marinho
<i>Encyonema</i> sp.	diatomácea	2-7, 10, 11, 13, 15, 17-19, 23, 27, 31, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 47	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Eunotia</i> sp.*	diatomácea	1-20, 22, 26, 27, 32, 33, 35-38, 40	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Fragilaria</i> sp.*	diatomácea	1-17, 19-22, 24-44, 46-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Frustulia</i> sp.*	diatomácea	1-15, 17, 20-23, 25-27, 29, 31-35, 38-43, 46, 47, 49, 50	X	x	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Gomphonema</i> sp.*	diatomácea	1-12, 14, 16, 17, 20-23, 26-29, 31, 32, 34-36, 38, 44, 48, 49	X	x	X	X	S, M, F	Não	Lêntico



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Gyrosigma</i> sp.*	diatomácea	1-12, 14-16, 18, 20, 22-24, 26-28, 30-36, 38, 42, 43, 50,	X	x	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Hantzschia</i> sp.	diatomácea	11, 12, 15, 27	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Navicula</i> sp.*	diatomácea	1-17,19,22-36,40, 41, 42, 45, 49,50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Nitzschia</i> sp.*	diatomácea	2, 3, 5-19, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 35, 36, 38	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Pinnularia</i> sp.	diatomácea	1-12, 14-17, 19, 22, 24, 28, 34-36, 41, 49	X	X	X	X	S, M, F	Não	Litorâneo
<i>Placoneis</i> sp.	diatomácea	6,49	X				M, F	Não	Diverso
<i>Stauroneis</i> sp.	diatomácea	3-7, 9-14, 17, 20, 22, 26, 34, 35, 43		X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Surirella</i> sp.*	diatomácea	1-12, 14-17, 19-29,31-37, 39, 41-47,49,50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Tabellaria</i> sp.	diatomácea	3-5,7,11,25,29,35,37,49,50, 5, 20, 38	X		X		S, M, F	Não	Epfitico
<i>Tryblionella</i> sp.	diatomácea	1-9, 12, 14, 28, 34, 48		X	X	X	S, M, F	Não	Epipélica
<i>Ulnaria</i> sp.	diatomácea	41,47	X				S, M, F	Não	Lêntico
Coscinodiscophyceae									
<i>Actinoptychus</i> sp.	diatomácea	3, 5, 7, 10-12, 14, 22, 38, 39		X	X	X	S, M, F	Não	Marinho
<i>Aulacoseira</i> sp.*	diatomácea	1-50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Lêntico
<i>Coscinodiscus</i> sp.*	diatomácea	1-5, 7, 9-15, 17, 19, 20, 22, 24-26, 28, 29, 32, 34-36, 38, 41, 43, 46		X	X	X	S, M, F	Não	Marinho
<i>Hydrosera</i> sp.	diatomácea	3-15, 23, 26, 27, 35, 40, 41, 47	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Melosira</i> sp.*	diatomácea	1-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Triceratium</i> sp.	diatomácea	1-14, 23, 34, 40	X	X	X		S, M, F	Não	Marinho

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Urosolenia</i> sp.	diatomácea	2, 10, 11, 16, 25, 26, 31	X	X			S, M, F	Não	Lêntico
Mediophyceae									
<i>Cyclotella</i> sp.*	diatomácea	1-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Terpsinoe</i> sp.*	diatomácea	1-12, 14-16, 18, 21, 22, 24, 26-35, 37, 40, 41, 44, 47, 49	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Thalassiosira</i> sp.*	diatomácea	1-42, 44, 46, 47, 48, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
CHAROPHYTA									
Zygnematophyceae									
<i>Arthrodesmus</i> sp.*	alga-verde	2-12, 14, 16, 17, 20, 21, 23-26, 29, 31-35, 37, 38, 48		X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Closterium</i> sp.	alga-verde	1, 2, 4-12, 15, 21, 24, 26, 29, 31, 35, 36, 38, 41, 42, 47	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Cosmarium</i> sp.	alga-verde	2, 4, 6, 7, 9-12, 38, 41, 30		X	X		S, M, F	Não	Diverso
<i>Desmidium</i> sp.	alga-verde	2, 3-7, 9-11, 22, 26, 27	X	X	X		S, M, F	Não	Diverso
<i>Mougeotia</i> sp.	alga-verde	1, 2-6, 33	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Spirogyra</i> sp.	alga-verde	1-6, 8-12, 14-17, 19, 20, 23, 24, 27, 29, 32, 34, 40, 43	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Staurodesmus</i> sp.	alga-verde	1, 2, 25, 31	X	X			S, M, F	Não	Diverso
CHLOROPHYTA									
Chlorophyceae									
Clorofíceas N.I.	alga-verde	3-5, 7, 9, 10, 12, 24, 26, 30, 31, 33		X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	alga-verde	7, 9, 41	X				S, M, F	Não	Lêntico
<i>Asterococcus</i> sp.	alga-verde	7, 32, 33, 36, 37, 38	X		X		S, M, F	Não	Lêntico



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Botryococcus</i> sp.	alga-verde	2			X		S	Não	Lêntico
<i>Chlamydomonas</i> sp.	fitoflagelado	16-19, 20, 21, 23, 25, 26, 34, 36, 39, 41, 44, 47, 48, 50	X	X	X		S, M, F	Sim	Diverso
<i>Closteriopsis</i> sp.	alga-verde	1, 3, 7, 14, 26, 31		X	X		S, M, F	Não	Lêntico
<i>Coelastrum</i> sp.	alga-verde	2, 4, 19, 23, 25, 26, 28, 30-33, 36-38, 42, 44-46, 48	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Coronastrum</i> sp.	alga-verde	5, 7, 20, 45		X			S, M	Não	Diverso
<i>Desmodesmus</i> sp.*	alga-verde	1-25, 27, 29-32, 35-39, 41-44, 46-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Dimorphococcus</i> sp.	alga-verde	7, 41, 47-49		X		X	S, F	Não	Diverso
<i>Gloeocystis</i> sp.	alga-verde	2, 3, 8	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Gonium</i> sp.	fitoflagelado	2, 5-14, 17, 18, 20, 35, 42, 44, 45, 49, 50	X	X		X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Golenkinia</i> sp.	alga-verde	1-3,5, 7, 8-13,15,16,18,19, 21, 23, 35, 41, 43, 45, 46	X	X		X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Eudorina</i> sp.*	fitoflagelado	1-26, 28-34, 36-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Eutetramorus</i> sp.	alga-verde	3,17, 21, 24, 37, 42, 48, 49	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Kirchneriella</i> sp.	alga-verde	1, 2, 7, 9-12, 14, 17, 21, 26, 29, 32, 33, 35, 43, 46, 47, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Monactinus</i> sp.*	alga-verde	1-12, 17,20,25,27,31,31-37, 39-41, 44, 46, 47,49,50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Monoraphidium</i> sp.	alga-verde	1, 2, 3, 6-12,16,24, 25, 28, 36, 38	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Pandorina</i> sp.*	fitoflagelado	1-39, 41-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico
<i>Parapediastrum</i> sp.	alga-verde	3, 4, 6, 7, 10-12, 20, 24, 25		X	X		S, M, F	Não	Litorâneo

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Pectinodesmus</i> sp.*	alga-verde	1-10, 14, 17, 21, 24, 25, 30-32, 34, 37-42, 44, 46, 49	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Pediastrum</i> sp.*	alga-verde	1-17, 19-50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Litorâneo
<i>Polyedriopsis</i> sp.	alga-verde	2, 11, 15, 33,		X	X	X	S, M	Não	Diverso
<i>Pteromonas</i> sp.	fitoflagelado	2, 8, 10, 18, 23, 24, 26	X	X	X		S, M, F	Não	Diverso
<i>Pyrobotrys</i> sp.	fitoflagelado	30, 50		X	X		S, M	Não	Diverso
<i>Scenedesmus</i> sp.	alga-verde	2, 3, 6,7, 9, 10, 14, 17, 25, 26, 30-32, 37-39, 42, 43, 44, 48	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Selenastrum</i> sp.	alga-verde	7-11, 20, 25, 30-32, 36, 38, 44, 46, 48, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Schroederia</i> sp.	alga-verde	7-12, 25, 30-33, 36, 37, 41, 45, 46, 48				X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Stauridium</i> sp.	alga-verde	5, 14, 23, 33, 44		X			S, M	Não	Diverso
<i>Tetraedon</i> sp.	alga-verde	3,4,7,32, 33, 38, 44, 50	X			X	S, F	Não	Diverso
<i>Volvox</i> sp.	fitoflagelado	1, 6, 15,17,20, 23, 33, 44	X	X			S, M, F	Não	Diverso
Trebouxiophyceae									
<i>Actinastrum</i> sp.*	alga-verde	2-14, 17-20, 25, 29-32, 35, 37-39, 40-44, 46-48	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Chlorella</i> sp.	alga-verde	1, 3, 5, 6, 20, 24, 25, 44, 50	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Crucigeniella</i> sp.	alga-verde	14, 34, 46		X	X		M, F	Não	Diverso
<i>Dictyosphaerium</i> sp.*	alga-verde	1-5,7-12,14-17,19, 21, 23, 26, 25, 29, 30, 33, 35, 36, 39, 42, 43, 44, 47, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Franceia</i> sp.	alga-verde	2, 9, 11, 12, 23, 30		X			S, M, F	Não	Diverso



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT	
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO				
<i>Micractinium</i> sp.	alga-verde	1, 2, 3, 5, 7, 10-12, 14, 25, 31, 37, 39, 42, 44, 46-48	X	X	X	X	S, M, F	Não	Lêntico	
<i>Oocystis</i> sp.	alga-verde	2		X			S	Não	Diverso	
<i>Pachycladella</i> sp.	alga-verde	1, 2, 7, 11, 24, 25, 48	X	X	X		S, M, F	Não	Diverso	
Ulvophyceae										
<i>Cladophora</i> sp.	alga-verde	5, 7, 22,27,28,34,35	X	X			S, M, F	Não	Diverso	
CRYPTOPHYTA										
Cryptophyceae										
<i>Cryptomonas</i> sp	fitoflagelado	16, 24, 34, 35		X	X		S, M	Não	Diverso	
CYANOBACTERIA										
Cyanophyceae										
Cianofíceas N.I.	alga-azul	25, 31, 32, 41					X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Anabaena</i> sp.*	alga-azul	1-50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Lêntico	
<i>Aphanizomenon</i> sp.*	alga-azul	1-12, 14, 15, 17-19, 21, 23, 25-32, 35, 36, 38, 43, 45, 47, 50	X	X	X	X	S, M	Sim	Lêntico	
<i>Aphanocapsa</i> sp.*	alga-azul	1-3, 5-12, 14, 17,19-23, 25, 27, 28, 30-32,36,37, 39, 44, 46-49	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso	
<i>Aphanothece</i> sp.	alga-azul	2, 10, 12, 15, 17-19,21, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 36, 41, 44, 46, 49, 40	X	X	X		S, M, F	Sim	Diverso	
<i>Chroococcus</i> sp.	alga-azul	25, 28-32, 38, 39, 41-50					X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Coelosphaerium</i> sp.	alga-azul	5, 6, 11, 25,31,37	X	X			S, M, F	Sim	Lêntico	
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	alga-azul	10, 21, 31, 50		X			S, M, F	Sim	Lêntico	

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Geitlerinema</i> sp.	alga-azul	1-6, 9-14, 17, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 41, 42	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Lyngbya</i> sp.	alga-azul	1-8, 11, 18, 39, 44		X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Merismopedia</i> sp.	alga-azul	1-7, 11, 15,16,34,37,49	X	X		X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Microcystis</i> sp.*	alga-azul	2-11, 17, 20, 21, 24, 25, 30-32, 35, 38, 37, 41, 44-47, 50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Lêntico
<i>Nostoc</i> sp.	alga-azul	1, 6, 7, 9, 11-13, 15, 20, 24, 28, 30, 38, 39, 41, 46, 49		X			S, M, F	Sim	Diverso
<i>Oscillatoria</i> sp.	alga-azul	2, 3, 5, 9, 31	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Lêntico
<i>Planktothrix</i> sp.	alga-azul	1-7, 10, 17, 19,21,23-26, 29-32, 36,37,44,46,50,	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Pseudanabaena</i> sp.	alga-azul	1, 2, 6, 8, 9, 14, 16, 20,21, 23, 25, 28-32,38, 46, 48, 49	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
EUGLENOZOA									
Euglenophyceae									
<i>Cryptoglena</i> sp.	fitoflagelado	1, 2, 17, 21, 22, 26, 34, 2,12,22,	X	X			S, M, F	Não	Diverso
<i>Euglena</i> sp.*	fitoflagelado	2-7, 9, 11, 13, 15, 17, 20-25, 29, 30, 32, 35-37, 41, 42, 43-46, 48	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Phacus</i> sp.*	fitoflagelado	1-3, 5-12, 15-20, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 35, 39, 44, 49, 47,50	X	X	X		S, M, F	Não	Diverso
<i>Strombomonas</i> sp.*	fitoflagelado	1-4, 6-8, 10-15, 17, 19-22, 24, 25, 29, 32-38, 40, 41, 43-46, 48, 50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
<i>Trachelomonas</i> sp.*	fitoflagelado	1-28, 30, 31, 33, 38-50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
STAVOMONADEA									



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTROS CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO	HABITAT
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO			
<i>Petalomonas</i> sp.	fitoflagelado	23, 26, 28		X			S, M, F	Não	Diverso
MIOZOA									
Dinophyceae									
<i>Ceratium furcoides</i> *	dinoflagelado	1-50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Da/exótico
<i>Gymnodinium</i> sp.	dinoflagelado	1, 17, 18, 20, 21, 28, 30, 31, 34-37, 39, 40, 43, 44, 47, 49, 50		X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Peridinium</i> sp.	dinoflagelado	1, 2, 4, 11, 30, 36		X			S, M, F	Sim	Diverso
OCHROPHYTA									
Chrysophyceae									
<i>Dynobrium</i> sp.*	fitoflagelado	1-19,21,24,26-31, 33-37,39,40,42-44,47,49,50	X	X	X	X	S, M, F	Não	Diverso
Raphidophyceae									
<i>Gonyostomum</i> sp	fitoflagelado	24		X			F	Não	Diverso
Xantophyceae									
<i>Isthmochloron</i> sp.	fitoflagelado	1		X			M	Não	Diverso
Synurophyceae									
<i>Mallomonas</i> sp.*	fitoflagelado	1, 2, 7, 9, 11, 12, 14, 16-26, 28, 30-42, 44-50	X	X	X	X	S, M, F	Sim	Diverso
<i>Synura</i> sp.*	fitoflagelado	1, 2, 6-26, 29-34, 36-39, 41, 42, 44-50	X	X	X		S, M, F	Não	Diverso

No cumulativo das quatro campanhas nota-se que a alga Bacillariophyta *Aulacoseira sp.* dominou numericamente no lago Guaíba, perfazendo sozinha pouco mais de 97% da densidade relativa (725.407 indivíduos por mL), principalmente na primeira campanha, onde representou 99,6% dos organismos amostrados. Em seguida, o *taxa* mais abundante foi *Cyclotella sp.*, com 3.753 indivíduos (0,5%), seguido por *Eudorina sp.*, com 3.230 indivíduos (0,4%), *Ceratium furcoides*, com 2.557 indivíduos, representando aproximadamente 0,3% do total acumulado, Cianofíceas N.Id., com 1.227 indivíduos (0,2%) e *Melosira sp.* com 1018 indivíduos (0,2%) sendo os demais 106 *taxa* ainda menos representativos quanto a abundância, com menos de 1.000 indivíduos amostrados cada e menos de 0,1% de participação na densidade relativa.

A seguir, a Foto 9 a Foto 25 retratam parte da diversidade fitoplanctônica amostrada durante as quatro campanhas sazonais.

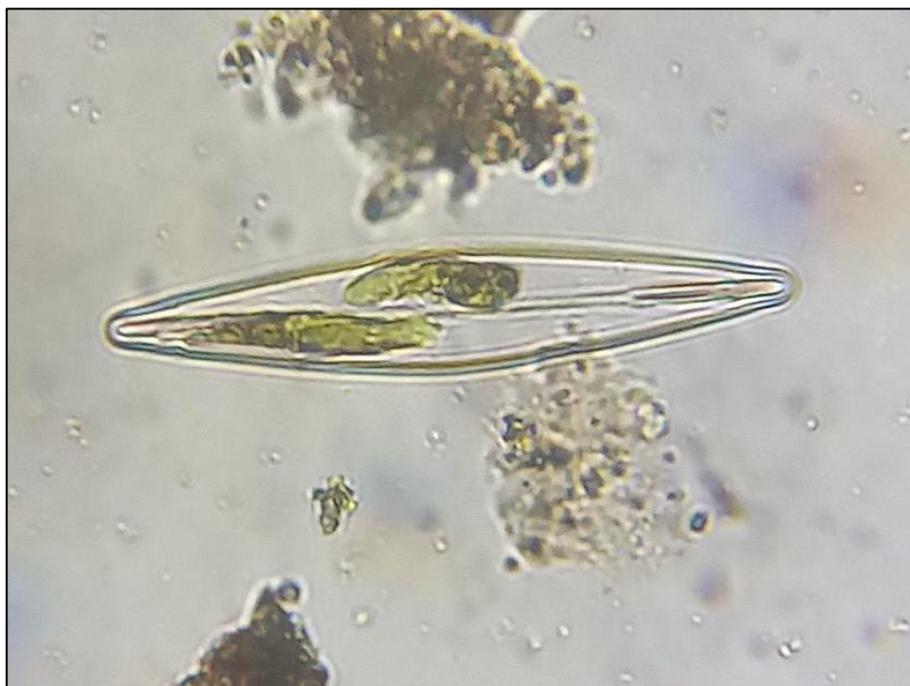


Foto 9: *Amphipleura sp.* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

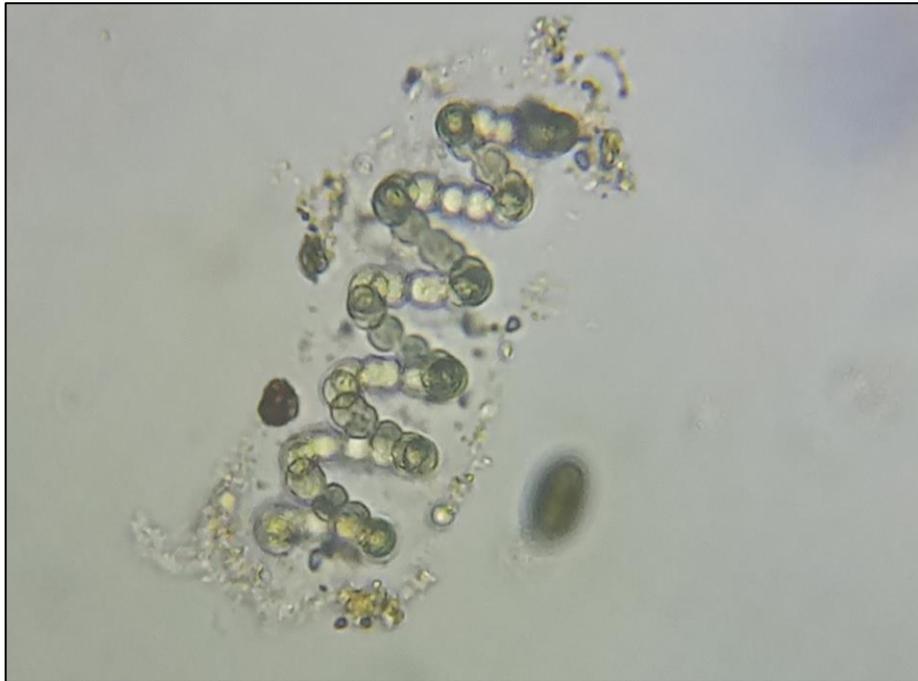


Foto 10: *Anabaena* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

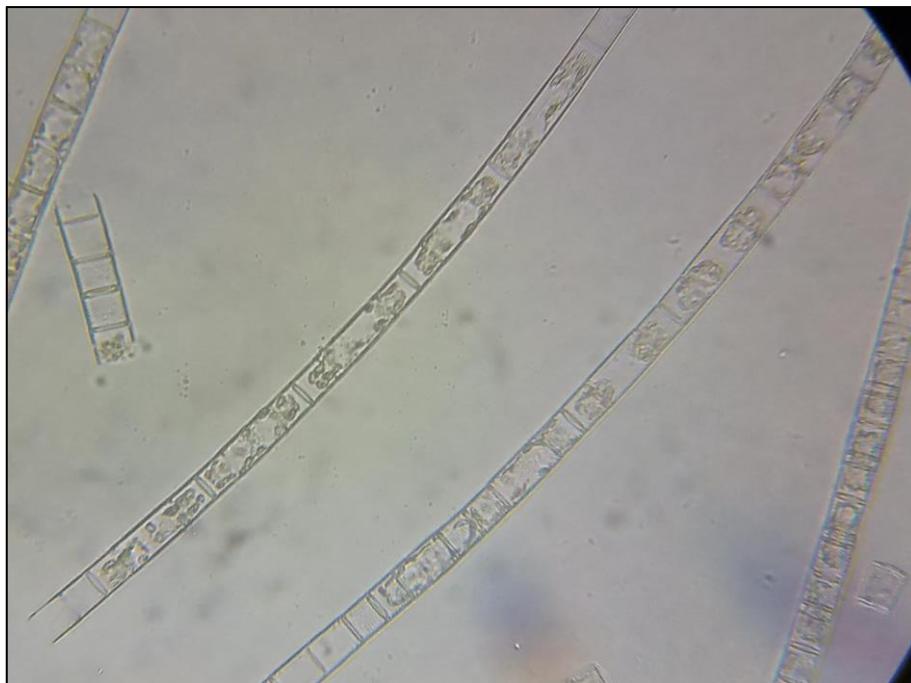


Foto 11: *Aulacoseira* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 12: *Cymbella* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 13: *Surirella* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 14: *Ceratium furcoides* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 15: *Thalassiosira* sp. (redonda) e *Melosira* sp. (linear) inventariados no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 16: *Actinastrum* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

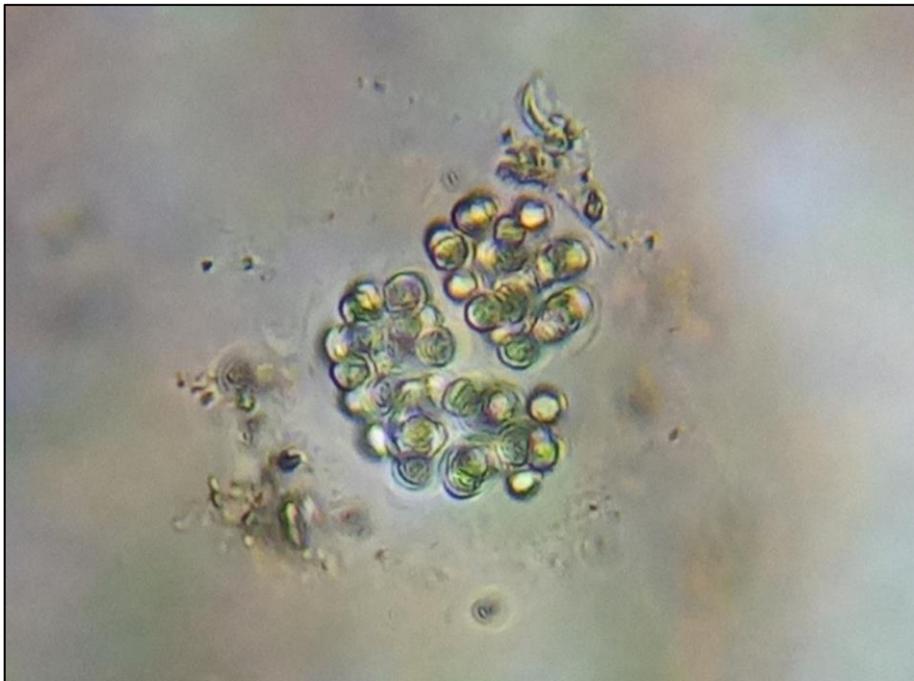


Foto 17: *Chroococcus* sp.2 inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 18: *Cyclotella sp.* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 19: *Desmodesmus sp.* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

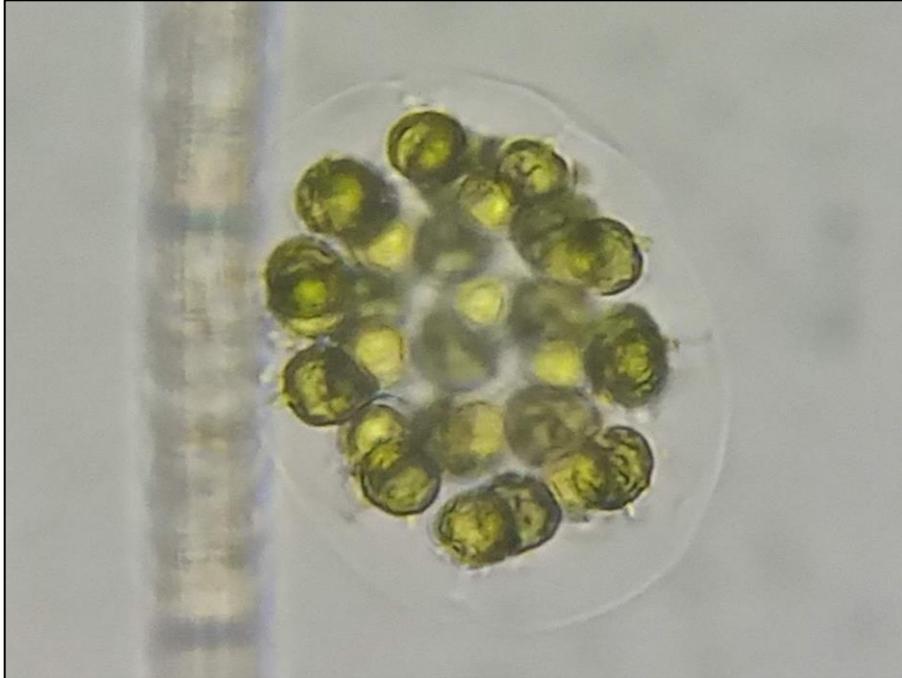


Foto 20: *Eudorina sp.* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 21: *Gymnodinium sp* inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 22: *Pectinodesmus* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

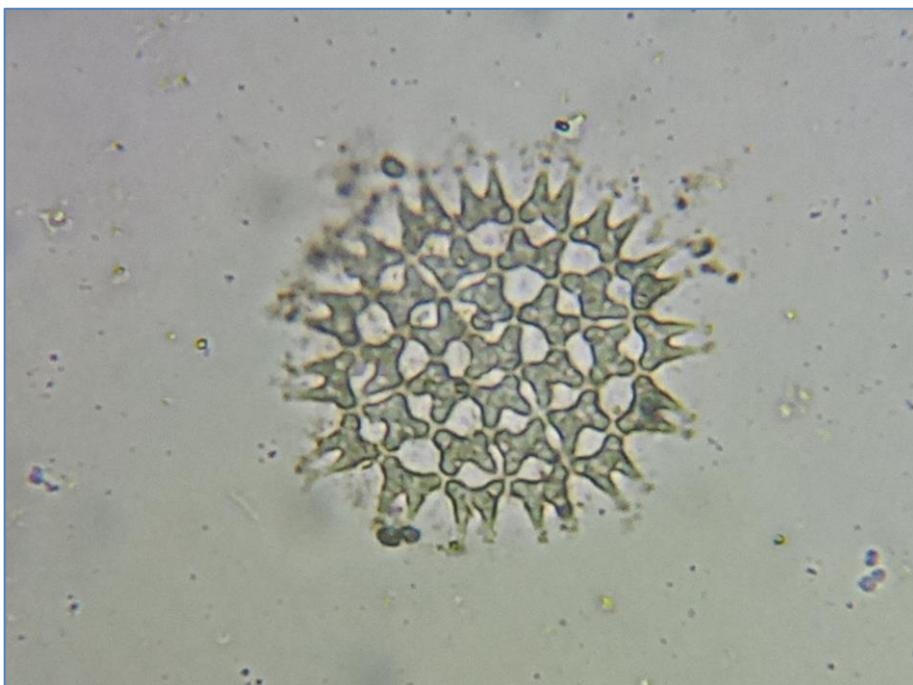


Foto 23: *Pediastrum* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



Foto 24: *Schoroederia* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

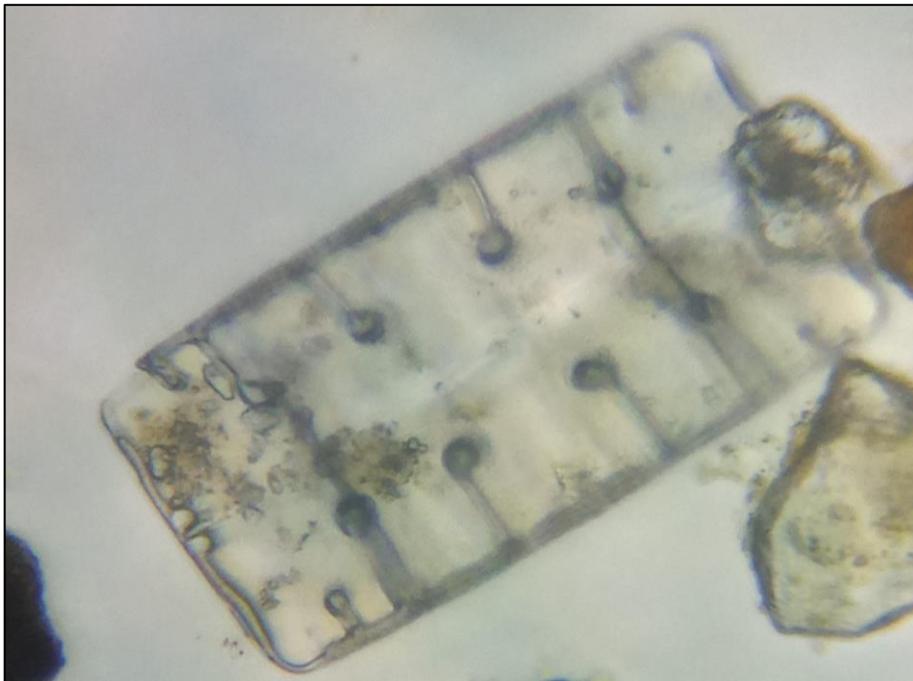


Foto 25: *Terpsinoe* sp. inventariada no levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

5.2.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos

Quanto a densidade total, houve enorme discrepância entre as campanhas, sendo registrados 702.639 ind./mL na C1 (outono), a totalidade da C2 (inverno) foram de 9.170 ind./mL e ainda menores na C3 (primavera), com 3.635 ind./mL. Na quarta campanha (verão), o valor da densidade encontrada voltou a aumentar e foi de 30.689 ind./mL. Estatisticamente, houve alta homogeneidade das variâncias catalogadas (Levene's; $p < 0,01$) porém aplicando-se o teste paramétrico de ANOVA, não ocorreram diferenças nas médias dos valores ($df = 3$; $F = 0,968$; $p = 0,41$). De forma complementar, olhando o pareamento de cada uma das estações entre si, segundo o teste de Mann-Whitney (p sempre $< 0,05$), a C2 (outono) foi diferente das demais em detrimento da maior riqueza e de não ocorrer o domínio de nenhum *táxon*.

A riqueza total cumulativa das quatro campanhas realizadas, foi de 111 *taxa* e, também oscilou entre as campanhas, sendo superior no inverno, com 100 *taxa* catalogados. Na sequência, o outono foi a segunda mais rica, com 81 *taxa*, seguido da primavera, com 80 *taxa* e do verão com 71 *taxa*. Considerando o número de gêneros documentados pelos dados secundários ($S = 84$), a riqueza observada pode ser considerada alta, desde a primeira campanha de amostragem. Segundo Levene's, também ocorreu alta homogeneidade na variância da riqueza ($p < 0,001$) e houve diferenças significativas nos valores entre as quatro campanhas (ANOVA, $df = 3$; $F = 5,832$; $p < 0,001$).

Quanto aos demais índices ecológicos calculados, o inverno (C2) atingiu a maior diversidade ($H' = 2,89$) e equitabilidade ($J = 0,63$) e baixa dominância ($D = 0,26$), devido ter obtido a mais alta riqueza fitoplânctônica e a distribuição dos organismos entre os *taxa* mais homogênea quando comparado as demais campanhas. Por outro lado, o outono obteve baixíssimos valores de diversidade ($H' = 0,04$) e equitabilidade ($J = 0,01$), sendo estes muito próximos de "0" e, conseqüentemente a mais alta dominância, que atingiu o valor máximo ($D = 1,00$), fator este, associado a alta densidade e domínio total de *Aulacoseira* que correspondeu a 97% do total catalogado nesta estação. Já na primavera, a diversidade ainda foi alta ($H' > 2,00$) e a equitabilidade e a dominância foram medianas enquanto que no verão, a baixa equitabilidade em virtude novamente de uma maior relevância de *Aulacoseira* (71%) reduziram a diversidade, como pode ser observado na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade fitoplanctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

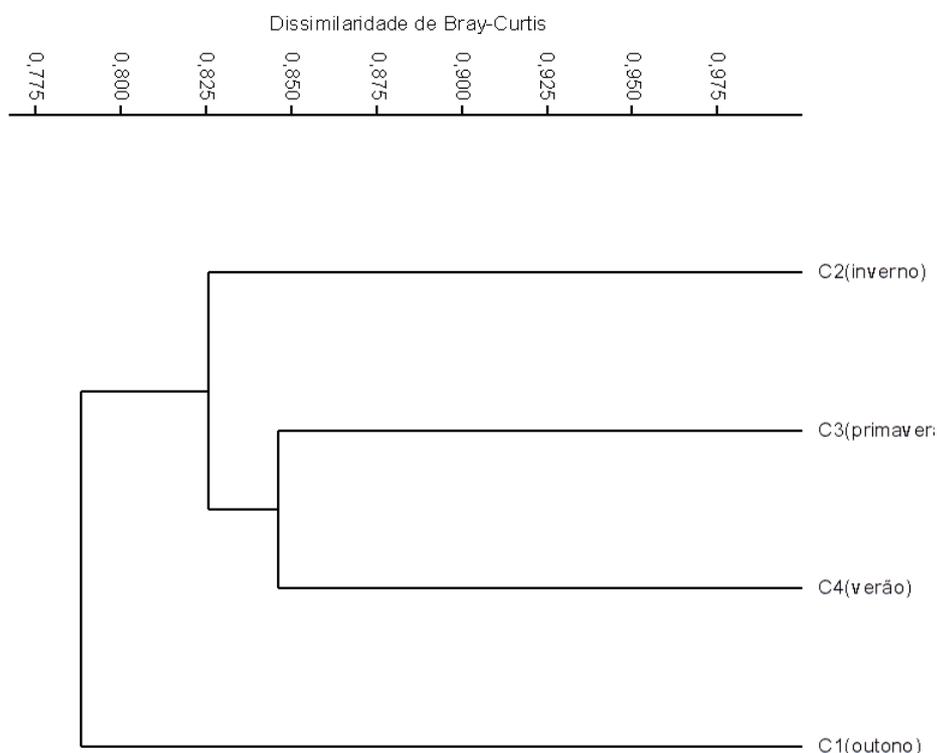
PARÂMETROS	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	TOTAL
	C1	C2	C3	C4	
Densidade (ind.m ³)	702.639	9.170	3.635	30.689	746.133
Riqueza (N)	81	100	80	76	111
Diversidade (H')	0,04	2,89	2,46	1,21	0,22
Equitabilidade (J)	0,01	0,63	0,56	0,28	0,04
Berger-Parker (D)	1,00	0,26	0,52	0,71	0,97

5.2.2. Composição – dissimilaridade de *Bray-Curtis* entre estações

A dissimilaridade entre as quatro campanhas realizadas (outono, inverno, primavera e verão) foi de aproximadamente 78%, indicando uma baixa alteração na composição dos gêneros entre os eventos de coleta, tendo a maioria dos organismos sido capturados em todos os eventos amostrais e as diferenças ocorridas em virtude do aparecimento ou da ausência de *taxa* vinculados a cada uma das estações (Figura 5).

Ressalta-se que as campanhas de verão e primavera foram ligeiramente mais similares entre si com 85% de similaridade, tendo mais proximidade posteriormente com a campanha de inverno e finalmente com a campanha de outono, onde apesar do domínio de apenas um *táxon*, ocorreram também a maioria dos gêneros amostradas no conjunto das campanhas.

Figura 5: Dendograma de dissimilaridade de Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre as campanhas no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



5.2.3. Variações espaciais - parâmetros ecológicos

Avaliando os pontos de forma individual, a média acumulada de Riqueza por ponto foi de $S=16$ na C1, aumentando para $S=28$ taxa por ponto na C2, $S=41$ taxa na terceira campanha e $S=46$ na quarta campanha. Onze pontos apresentaram a metade ou mais da riqueza total, sendo estes os pontos de maior Riqueza, variando de 56 a 77 taxa por ponto, sendo P2 o de maior riqueza, seguido de P7 com 74 taxa. De forma contrária os pontos de menor riqueza observada foram P45 e P40, com $S=26$ e $S=28$ respectivamente (Tabela 5).

Considerando a densidade por ponto, não houve relação entre a quantidade de indivíduos e a localização espacial, variando de 1.074 ind./mL (P50) a 52.404 ind./mL (P1) entre os pontos.

Quanto a Diversidade de *Shannon*, também de forma acumulada, ao final da quarta campanha temos um valor global de $H'=0,216$ (variação de $H'=0,02$ a $H'=2,25$) com valores de $H'>1,00$ em apenas seis dos 50 pontos amostrados, indicando uma baixa diversidade distribuída entre os pontos, com poucos pontos altamente diversos.

Em relação a Equitabilidade, podemos ver esse mesmo padrão da Diversidade, sendo o valor global da Equitabilidade de $J = 0,05$, variando de $J = 0,006$ a $J = 0,52$, sendo maior que $J = 0,10$ em apenas 15 dos 50 pontos amostrados, indicando uma distribuição diversa do número de organismos entre os gêneros.

Quanto a dominância de *Berger-Parker*, o valor global após a quarta campanha foi de $D = 0,97$, com valores acima de $D = 0,90$ em 38 dos 50 pontos, representando a imensa dominância já citada de *Aulacoseira* sp., que predominou de sobremaneira na densidade e distribuição durante a C1, de tal forma a influenciar os parâmetros ecológicos mesmo após a soma dos outros três eventos amostrais.

Tabela 5: Parâmetros ecológicos por pontos amostrais (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) da comunidade fitoplanctônica observada no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.

PONTOS	RIQUEZA (S)	DENSIDADE (ind. mL)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P1	58	52404	0,06	0,02	0,99
P2	77	2429	2,25	0,52	0,52
P3	65	3587	1,10	0,26	0,81
P4	56	13409	0,29	0,07	0,96
P5	62	12387	0,36	0,09	0,95
P6	64	13613	0,31	0,08	0,96
P7	74	2670	1,48	0,34	0,73
P8	50	28516	0,13	0,03	0,98
P9	63	24652	0,34	0,08	0,94
P10	66	38417	0,20	0,05	0,97
P11	69	16286	0,30	0,07	0,96
P12	61	26784	0,19	0,05	0,97
P13	30	17728	0,09	0,03	0,99
P14	53	6539	0,42	0,11	0,94
P15	40	1907	0,66	0,18	0,88
P16	34	3346	0,29	0,08	0,96
P17	51	1357	1,04	0,26	0,82
P18	31	46557	0,06	0,02	0,99
P19	37	8263	0,30	0,08	0,95
P20	46	4732	0,45	0,12	0,93
P21	41	1572	0,79	0,21	0,86
P22	36	17598	0,11	0,03	0,99
P23	40	14963	0,11	0,03	0,99
P24	44	2339	0,45	0,12	0,93
P25	53	3244	1,18	0,30	0,67
P26	46	31100	0,04	0,01	1,00
P27	34	27697	0,04	0,01	1,00
P28	39	40508	0,04	0,01	1,00
P29	44	12029	0,12	0,03	0,99
P30	43	4951	0,35	0,09	0,95

PONTOS	RIQUEZA (S)	DENSIDADE (ind. mL)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P31	52	1954	0,89	0,23	0,84
P32	49	2320	1,10	0,28	0,72
P33	39	36099	0,04	0,01	1,00
P34	39	36778	0,05	0,01	0,99
P35	46	22683	0,07	0,02	0,99
P36	48	5752	0,33	0,08	0,95
P37	42	3498	0,37	0,10	0,95
P38	42	6285	0,66	0,18	0,82
P39	36	44764	0,02	0,01	1,00
P40	28	27141	0,03	0,01	1,00
P41	46	3552	0,37	0,10	0,94
P42	33	2623	0,33	0,09	0,95
P43	33	5984	0,14	0,04	0,98
P44	41	6045	0,37	0,10	0,94
P45	26	24288	0,04	0,01	0,99
P46	39	5903	0,78	0,21	0,74
P47	37	16170	0,10	0,03	0,99
P48	33	7179	0,28	0,08	0,95
P49	40	4457	0,29	0,08	0,96
P50	38	1074	0,70	0,19	0,88
TOTAL	111	746133	0,22	0,05	0,97

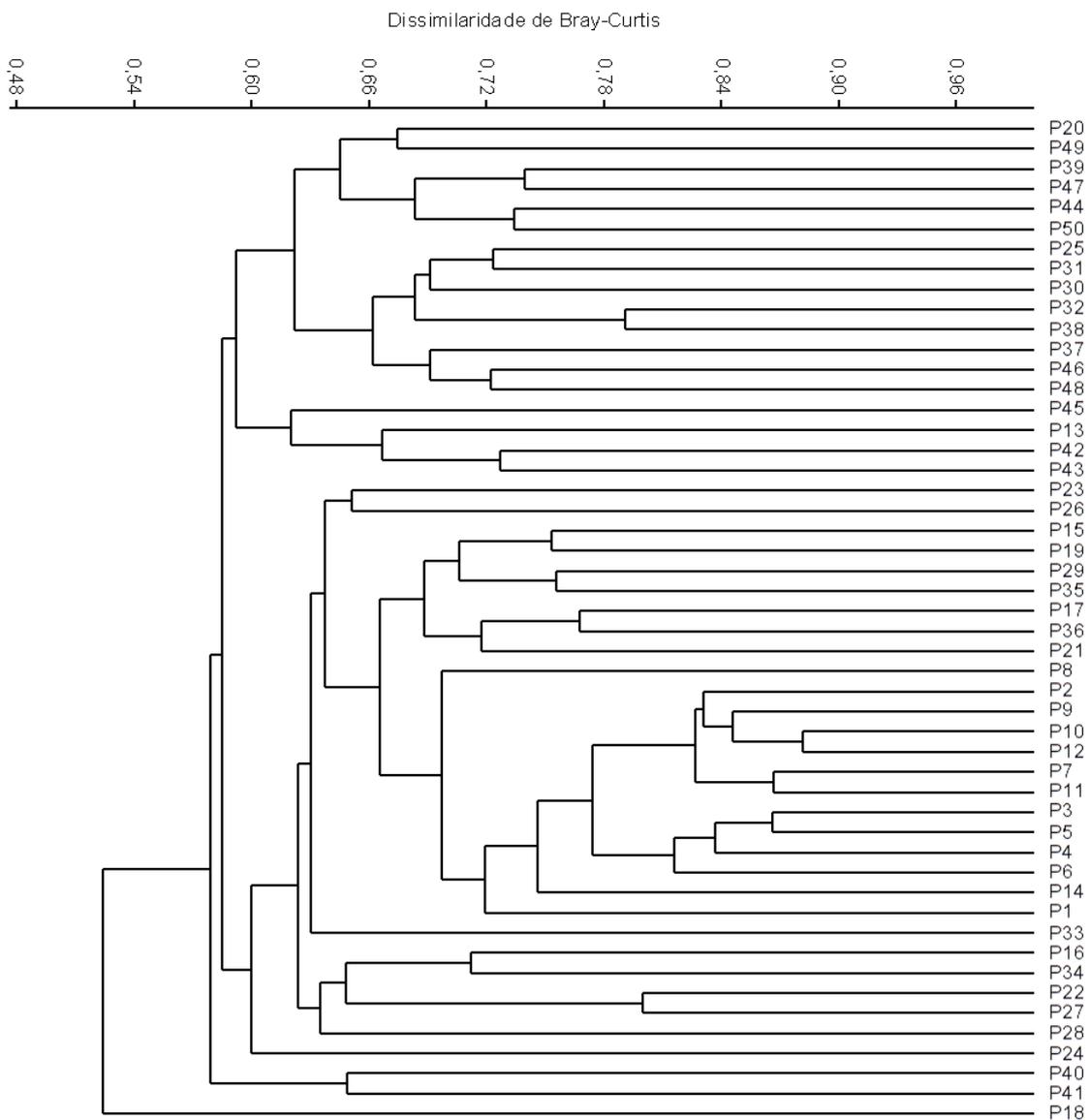
5.2.4. Composição – dissimilaridade de *Bray-Curtis* por pontos amostrais

A análise de dissimilaridade de Bray-Curtis calculada para os pontos investigados após a quarta campanha, de forma acumulada, ordenou os 50 pontos em dois clados principais (Figura 6), indicando pouco mais de 57% de compartilhamento entre eles. Houve apenas três pontos com menor similaridade em relação aos outros, formando um clado externo entre os pontos P40 e P41, e mais externamente e com menor similaridade entre todos o ponto P18, com aproximadamente 52% de compartilhamento com os demais.

Dentro dos clados principais, as relações entre os pontos variaram entre 59% e 88%, onde figuram em um dos clados prioritariamente os pontos de P1 a P29 e no outro clado de P30 a P50, com alguns pontos dos conjuntos trocados nesses agrupamentos, mas que quando ocorrem estão, em sua maioria, mais próximos espacialmente dos números amostrais prioritários de cada um dos clados. Salienta-se ainda que os primeiros 29 pontos posicionam-se na parte norte da área amostral, que se encontram diretamente associada a intensa exploração urbana nas margens, enquanto que os pontos que formam o outro clado (P30 a P50) estão ligados a parte sul da área de amostragem, entre o arroio Araçá (lado oeste) e a ilha Boa Vista do Sul (lado leste), região associada a menor antropização das margens, ocorrendo o uso do solo prioritariamente para agricultura e silvicultura.

Apesar de haver uma divisão entre os clados os valores de similaridade acima de 50% para todos os pontos indicam uma ampla distribuição dos *taxa* em toda a área amostral, estando as diferenças nos valores encontrados ligada a presença de determinados gêneros que ocorreram em um ou outro ponto amostral, e ficando ausentes também em um ou outro ponto, de forma espacialmente aleatória.

Figura 6: Dendograma de dissimilaridade - Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre os pontos amostrais no cumulativo das campanhas, do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



5.2.1. Variações na coluna d'água- parâmetros ecológicos

Avaliando os índices ecológicos cumulativos nos estratos estipulados, a riqueza observada teve pouca variação, sendo representada por 107 *taxa* na superfície, 108 *taxa* no meio e 101 *taxa* no fundo, o que demonstra até o momento, além de um aumento na Riqueza geral por estrato na quarta campanha, também uma certa homogeneização entre os estratos analisados. De fato, em corpos d'água rasos os processos horizontais são mais importantes que os verticais, e a coluna da água é comumente assumida como bem misturada, ou seja, com pouca ou nenhuma estratificação térmica (ROSMAN, 1989).

A densidade também apresentou valores parecidos entre os estratos, variando entre 284.553 ind./mL na superfície, 241.064 ind./mL no meio e 220.516 ind./mL no fundo, corroborando com o esperado para o fitoplâncton que tende a ocorrer em maior riqueza e densidade na superfície devido a maior entrada de luz, apesar da pouca diferença entre os estratos.

Os demais índices seguiram o mesmo padrão entre os estratos para os pontos amostrais, pois novamente a alta densidade e frequência de *Aulacoseira* sp. desvia os índices resultando em valores baixos e de pouca variabilidade. Todavia, o estrato mediano foi o que apresentou valores ligeiramente mais elevados (Tabela 6).

Tabela 6: Lista dos *taxa* fitoplanctônicos observado por estrato (superfície, meio e fundo), no cumulativo das campanhas outono, inverno, primavera e verão, do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS – Sendo os estratos: S – Superfície; M - Meio e F - Fundo.

TAXA	ESTRATOS						DENSIDADE TOTAL	%	MAIOR DENSIDADE		
	Superfície	%	Meio	%	Fundo	%			S	M	F
BACILLARIOPHYTA											
Bacillariophyceae											
<i>Actinoptychus</i> sp.	5	0,002	4	0,002	6	0,003	15	0,002			X
<i>Amphipleura</i> sp.	104	0,037	120	0,050	71	0,032	295	0,040		X	
<i>Amphora</i> sp.	18	0,006	7	0,003	11	0,005	36	0,005	X		
<i>Asterionella</i> sp.	13	0,005	12	0,005	12	0,005	37	0,005	X		
<i>Aulacoseira</i> sp.	276654	97,224	234168	97,139	214584	97,310	725406	97,222	X		
<i>Caloneis</i> sp.	2	0,001	3	0,001	0	0,000	5	0,001		X	
<i>Cocconeis</i> sp.	31	0,011	18	0,007	20	0,009	69	0,009	X		
<i>Coscinodiscus</i> sp.	31	0,011	37	0,015	61	0,028	129	0,017			X
<i>Cyclotella</i> sp.	1079	0,379	1098	0,455	1576	0,715	3753	0,503			
<i>Cymbella</i> sp.	22	0,008	28	0,012	25	0,011	75	0,010		X	
<i>Diploneis</i> sp.	19	0,007	19	0,008	20	0,009	58	0,008			X
<i>Encyonema</i> sp.	18	0,006	10	0,004	12	0,005	40	0,005	X		
<i>Eunotia</i> sp.	57	0,020	40	0,017	59	0,027	156	0,021			X
<i>Fragilaria</i> sp.	133	0,047	139	0,058	129	0,058	401	0,054		X	
<i>Frustulia</i> sp.	54	0,019	55	0,023	57	0,026	166	0,022			X
<i>Gomphonema</i> sp.	27	0,009	42	0,017	41	0,019	110	0,015		X	
<i>Gyrosigma</i> sp.	33	0,012	24	0,010	27	0,012	84	0,011	X		
<i>Hantzschia</i> sp.	17	0,006	6	0,002	10	0,005	33	0,004	X		
<i>Hydrosera</i> sp.	47	0,017	40	0,017	51	0,023	138	0,018			X
<i>Melosira</i> sp.	312	0,110	307	0,127	400	0,181	1019	0,137			X
<i>Navicula</i> sp.	57	0,020	51	0,021	42	0,019	150	0,020	X		
<i>Nitzschia</i> sp.	17	0,006	20	0,008	14	0,006	51	0,007		X	
<i>Pinnularia</i> sp.	43	0,015	57	0,024	53	0,024	153	0,021		X	
<i>Placoneis</i> sp.	0	0,000	1	0,000	1	0,000	2	0,000		X	X
<i>Stauroneis</i> sp.	15	0,005	16	0,007	12	0,005	43	0,006	X		



TAXA	ESTRATOS						DENSIDADE TOTAL	%	MAIOR DENSIDADE		
	Superfície	%	Meio	%	Fundo	%			S	M	F
<i>Surirella</i> sp.	232	0,082	246	0,102	214	0,097	692	0,093		X	
<i>Tabellaria</i> sp.	12	0,004	27	0,011	27	0,012	66	0,009		X	X
<i>Terpsinoe</i> sp.	141	0,050	63	0,026	90	0,041	294	0,039	X		
<i>Thalassiosira</i> sp.	283	0,099	224	0,093	251	0,114	758	0,102	X		
<i>Triceratium</i> sp.	3	0,001	9	0,004	10	0,005	22	0,003			X
<i>Tryblionella</i> sp.	16	0,006	15	0,006	10	0,005	41	0,005	X		
<i>Ulnaria</i> sp.	1	0,000	0	0,000	1	0,000	2	0,000	X		X
<i>Urosolenia</i> sp.	3	0,001	3	0,001	1	0,000	7	0,001	X	X	
CHAROPHYTA											
Zygnematophyceae											
<i>Arthrodesmus</i> sp.	28	0,010	31	0,013	13	0,006	72	0,010		X	
<i>Closterium</i> sp.	20	0,007	23	0,010	13	0,006	56	0,008		X	
<i>Cosmarium</i> sp.	6	0,002	5	0,002	6	0,003	17	0,002	X		X
<i>Desmidium</i> sp.	6	0,002	8	0,003	8	0,004	22	0,003		X	X
<i>Mougeotia</i> sp.	4	0,001	7	0,003	8	0,004	19	0,003			X
<i>Spirogyra</i> sp.	18	0,006	27	0,011	17	0,008	62	0,008		X	
<i>Staurodesmus</i> sp.	1	0,000	1	0,000	2	0,001	4	0,001			X
CHLOROPHYTA											
Chlorophyceae											
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	1	0,000	3	0,001	0	0,000	4	0,001		X	
<i>Asterococcus</i> sp.	4	0,001	3	0,001	3	0,001	10	0,001	X		
<i>Chlamydomonas</i> sp.	30	0,011	23	0,010	22	0,010	75	0,010	X		
Clorofíceas N.I.	6	0,002	8	0,003	3	0,001	17	0,002		X	
<i>Closteriopsis</i> sp.	3	0,001	1	0,000	2	0,001	6	0,001	X		
<i>Coelastrum</i> sp.	18	0,006	15	0,006	9	0,004	42	0,006	X		
<i>Coronastrum</i> sp.	4	0,001	2	0,001	0	0,000	6	0,001	X		
<i>Desmodesmus</i> sp.	95	0,033	82	0,034	89	0,040	266	0,036	X		
<i>Dimorphococcus</i> sp.	2	0,001	0	0,000	3	0,001	5	0,001			X

TAXA	ESTRATOS						DENSIDADE TOTAL	%	MAIOR DENSIDADE		
	Superfície	%	Meio	%	Fundo	%			S	M	F
<i>Eudorina</i> sp.	1623	0,570	1076	0,446	531	0,241	3230	0,433	X		
<i>Eutetramorus</i> sp.	4	0,001	2	0,001	2	0,001	8	0,001	X		
<i>Gloeocystis</i> sp.	3	0,001	2	0,001	0	0,000	5	0,001	X		
<i>Golenkinia</i> sp.	14	0,005	69	0,029	18	0,008	101	0,014			X
<i>Gonium</i> sp.	63	0,022	65	0,027	10	0,005	138	0,018			X
<i>Kirchneriella</i> sp.	9	0,003	9	0,004	8	0,004	26	0,003	X		X
<i>Monactinus</i> sp.	26	0,009	25	0,010	20	0,009	71	0,010	X		
<i>Monoraphidium</i> sp.	9	0,003	4	0,002	7	0,003	20	0,003	X		
<i>Pandorina</i> sp.	214	0,075	168	0,070	41	0,019	423	0,057	X		
<i>Parapediastrum</i> sp.	6	0,002	9	0,004	3	0,001	18	0,002			X
<i>Pectinodesmus</i> sp.	20	0,007	20	0,008	19	0,009	59	0,008	X		X
<i>Pediastrum</i> sp.	167	0,059	153	0,063	170	0,077	490	0,066			X
<i>Polyedriopsis</i> sp.	3	0,001	2	0,001	0	0,000	5	0,001	X		
<i>Pteromonas</i> sp.	5	0,002	5	0,002	3	0,001	13	0,002			
<i>Pyrobotrys</i> sp.	1	0,000	1	0,000	0	0,000	2	0,000	X		X
<i>Scenedesmus</i> sp.	11	0,004	12	0,005	8	0,004	31	0,004			X
<i>Schroederia</i> sp.	19	0,007	18	0,007	15	0,007	52	0,007	X		
<i>Selenastrum</i> sp.	11	0,004	6	0,002	10	0,005	27	0,004	X		
<i>Stauridium</i> sp.	1	0,000	1	0,000	0	0,000	2	0,000	X		X
<i>Tetraedron</i> sp.	3	0,001	3	0,001	4	0,002	10	0,001			X
<i>Volvox</i> sp.	4	0,001	3	0,001	6	0,003	13	0,002			
Trebouxiophyceae											
<i>Actinastrum</i> sp.	81	0,028	72	0,030	56	0,025	209	0,028	X		
<i>Botryococcus</i> sp.	3	0,001	1	0,000	2	0,001	6	0,001	X		
<i>Chlorella</i> sp.	3	0,001	7	0,003	0	0,000	10	0,001			X
<i>Cladophora</i> sp.	3	0,001	3	0,001	5	0,002	11	0,001			X
<i>Crucigeniella</i> sp.	0	0,000	1	0,000	2	0,001	3	0,000			X
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	26	0,009	23	0,010	14	0,006	63	0,008	X		
<i>Franceia</i> sp.	3	0,001	1	0,000	3	0,001	7	0,001	X		X



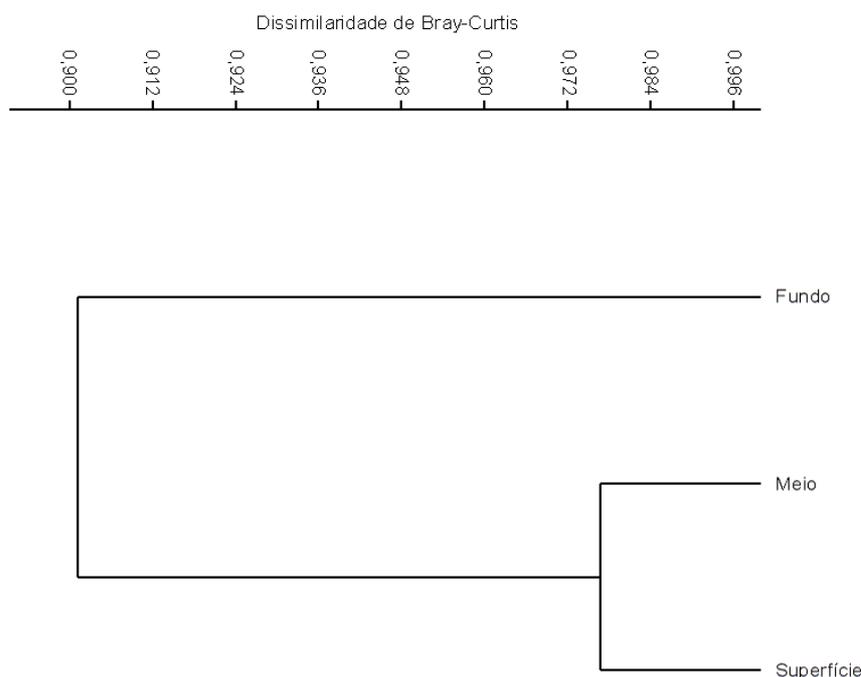
TAXA	ESTRATOS						DENSIDADE TOTAL	%	MAIOR DENSIDADE		
	Superfície	%	Meio	%	Fundo	%			S	M	F
<i>Micractinium</i> sp.	15	0,005	18	0,007	8	0,004	41	0,005		X	
<i>Oocystis</i> sp.	1	0,000	2	0,001	1	0,000	4	0,001		X	
<i>Pachycladella</i> sp.	3	0,001	3	0,001	3	0,001	9	0,001	X	X	X
CRYPTOPHITA											
Cryptophyceae											
<i>Cryptomonas</i> sp.	1	0,000	5	0,002	1	0,000	7	0,001		X	
CYANOBACTERIA											
Cyanophyceae											
<i>Anabaena</i> sp.	173	0,061	142	0,059	68	0,031	383	0,051	X		
<i>Aphanizomenon</i> sp.	52	0,018	51	0,021	33	0,015	136	0,018	X		
<i>Aphanocapsa</i> sp.	54	0,019	41	0,017	27	0,012	122	0,016	X		
<i>Aphanothece</i> sp.	11	0,004	8	0,003	6	0,003	25	0,003	X		
<i>Chroococcus</i> sp.	23	0,008	27	0,011	31	0,014	81	0,011			X
Cianofíceas N.I.	280	0,098	457	0,190	490	0,222	1227	0,164			X
<i>Coelosphaerium</i> sp.	3	0,001	5	0,002	0	0,000	8	0,001		X	
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	2	0,001	2	0,001	1	0,000	5	0,001	X	X	
<i>Geitlerinema</i> sp.	34	0,012	33	0,014	24	0,011	91	0,012	X		
<i>Lyngbya</i> sp.	5	0,002	8	0,003	8	0,004	21	0,003		X	X
<i>Merismopedia</i> sp.	7	0,002	11	0,005	7	0,003	25	0,003		X	
<i>Microcystis</i> sp.	48	0,017	35	0,015	13	0,006	96	0,013	X		
<i>Nostoc</i> sp.	11	0,004	7	0,003	9	0,004	27	0,004	X		
<i>Oscillatoria</i> sp.	3	0,001	5	0,002	11	0,005	19	0,003			X
<i>Planktothrix</i> sp.	31	0,011	39	0,016	30	0,014	100	0,013		X	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	17	0,006	14	0,006	17	0,008	48	0,006			
EUGLENOZOA											
Euglenophyceae											
<i>Cryptoglena</i> sp.	12	0,004	6	0,002	1	0,000	19	0,003	X		
<i>Euglena</i> sp.	27	0,009	21	0,009	8	0,004	56	0,008	X		

TAXA	ESTRATOS						DENSIDADE TOTAL	%	MAIOR DENSIDADE		
	Superfície	%	Meio	%	Fundo	%			S	M	F
<i>Petalomonas</i> sp.	1	0,000	1	0,000	1	0,000	3	0,000	X	X	X
<i>Phacus</i> sp.	23	0,008	14	0,006	18	0,008	55	0,007	X		
<i>Strombomonas</i> sp.	35	0,012	28	0,012	26	0,012	89	0,012	X		
<i>Trachelomonas</i> sp.	121	0,043	84	0,035	62	0,028	267	0,036	X		
MIOZOA											
Dinophyceae											
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans 1925	1227	0,431	876	0,363	455	0,206	2558	0,343	X		
<i>Gymnodinium</i> sp.	19	0,007	15	0,006	6	0,003	40	0,005	X		
<i>Peridinium</i> sp.	2	0,001	3	0,001	1	0,000	6	0,001		X	
OCHROPHYTA											
Chrysophyceaea											
<i>Dynobrium</i> sp.	48	0,017	58	0,024	52	0,024	158	0,021		X	
Raphidophyceae											
<i>Gonyostomum</i> sp.	0	0,000	0	0,000	1	0,000	1	0,000			X
Xantophyceae											
<i>Isthmochloron</i> sp.	0	0,000	1	0,000	0	0,000	1	0,000		X	
Synurophyceae											
<i>Mallomonas</i> sp.	65	0,023	57	0,024	27	0,012	149	0,020	X		
<i>Synura</i> sp.	119	0,042	78	0,032	17	0,008	214	0,029	X		
PARÂMETROS ECOLÓGICOS											
RIQUEZA	107		108		101		111				
ABUNDÂNCIA (ind./mL)	284553		241064		220516		746133				
DIVERSIDADE (H')	0,214		0,223		0,208		0,216				
EQUITABILIDADE (J)	0,046		0,04765		0,045		0,04587				
DOMINÂNCIA (D)	0,945		0,944		0,947		0,9453				

5.2.2. Composição – dissimilaridade de *Bray-Curtis* por estratos da coluna d'água

Quanto aos estratos investigados (superfície, meio e fundo) no cumulativo das campanhas, a dissimilaridade calculada indica aproximadamente 90% de similaridade entre os três estratos, sendo ainda mais similar a composição de *taxa* entre as amostras da superfície e do meio da coluna d'água, com mais de 97% de similaridade, como era de se esperar, uma vez que são estes os estratos sob maior influência da luminosidade. Esta alta similaridade se dá em função do alto compartilhamento de *taxa* entre os estratos, visto que, a maioria dos organismos fitoplanctônicos foram registrados nos três estratos investigados, sendo os demais *taxa* ou exclusivos de um único estrato ou compartilhados entre dois estratos (Figura 7).

Figura 7: Dendograma de dissimilaridade - Bray-Curtis da comunidade fitoplanctônica entre os estratos investigados no cumulativo das campanhas do levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS.



5.2.3. Discussão

Durante o levantamento da comunidade fitoplanctônica no lago Guaíba, foram identificados 81 *taxa* na C1, 100 na C2, 80 na C3 e 76 na C4, num total de 111 *taxa* no somatório das campanhas. Este resultado demonstra uma alta riqueza amostrada, uma vez que os dados secundários sugerem 84 gêneros para esta região.

Dentre os grupos identificados, o filo Bacillariophyta (diatomáceas cêntricas e penadas), representou a maior densidade geral, estando entre os mais ricos, assim como Chlorophyta (flagelados autotróficos unicelulares, cocóides verdes e outras unicelulares). Este padrão de riqueza e dominância é mencionado por outros estudos na mesma região e demonstram uma alternância temporal/sazonal entre estes dois Filos (ANDRADE, 2009; ANDRADE & GIROLDO, 2014).

Destaca-se a representatividade em termos de riqueza de Cyanobacteria, que compõe globalmente 17% da riqueza total (S= 16). Este Filo mesmo que em densidade não tão relevante (0,32% do total), merece atenção pois é representado por *taxa* de importância médica sanitária produtores de toxinas, com sintomas que vão desde vômito até paralisia muscular (Quadro 3). A baixa abundância deste Filo esteve mais relacionada com as baixas temperaturas do inverno e com a precipitação ocorrente na primeira campanha referente ao outono (INMET, 2021), já que, este grupo tem predileção por altas temperaturas e baixas turbulências (SHAPIRO, 1973, 1990). Em função destes hábitos, era esperado um aumento da densidade das cianobactérias nas estações mais quentes, principalmente durante o verão, devido ao aumento das temperaturas e diminuição dos períodos chuvosos, situação corroborada tanto em densidade quanto riqueza visto o incremento de dois, dos três taxa na C4 serem pertencentes às ciano.

Quadro 3: Relação das cianotoxinas, organismos produtores, alvo primário em mamíferos e sintomatologia da exposição aguda para gêneros de cianobactérias encontradas no lago Guaíba/RS. Modificado de Bortoli & Pinto (2015) e Carvalho *et al.*, (2013).

TOXINA	ORGANISMOS PRODUTORES (GÊNEROS)	ALVO PRIMÁRIO EM MAMÍFEROS	SINTOMATOLOGIA A EXPOSIÇÃO AGUDA
Microcistinas	<i>Anabaena, Aphanocapsa, Aphanocapsa, Aphanocapsa, Microcystis, Oscillatoria e Planktothrix</i>	Fígado	Prostração ao pilo ereção, anorexia, vômitos, dor abdominal, diarreia, choque hipovolêmico e hemorragia intra-hepática.
Saxitoxinas (PSPs)	<i>Anabaena, Aphanizomenon e Planktothrix</i>	Nervo axônico	Paralisia progressiva dos músculos, diminuição dos movimentos, exagerada respiração abdominal, cianose, convulsão, parada respiratória e morte.
Anatoxina-a	<i>Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria e Planktothrix</i>	Nervo Simpático	Paralisia progressiva, forte respiração

TOXINA	ORGANISMOS PRODUTORES (GÊNEROS)	ALVO PRIMÁRIO EM MAMÍFEROS	SINTOMATOLOGIA A EXPOSIÇÃO AGUDA
Anatoxina-a (S)	<i>Anabaena</i>	Nervo Simpático	Paralisia progressiva, fraqueza muscular, diminuição da frequência respiratória e convulsões. Salivação intensa. Morte ocorre por falência respiratória.
Cilindrospermopsina	<i>Anabaena e Aphanizomenon</i>	Órgãos múltiplos (fígado, rim, baço, trato gastrointestinal, coração, timo, pele)	Desestruturação e necrose do fígado, danos em células renais, cardíacas, pulmonares e também da mucosa gástrica.
Aplisiotoxina, Debromoaplisiotoxina	<i>Planktothrix</i>	Pele, trato gastrointestinal	Irritação gastrointestinal
Dermatoxinas	Cianobacterias em geral	Potencial irritante; afeta qualquer tecido exposto	Dermatites em geral e prurido. Irritação nos olhos, pele, febre tontura, fadiga e gastroenterite.

Quanto a densidade total, considerando o acumulado das campanhas, como já citado anteriormente as Bacillariophyta foram dominantes no Guaíba, todavia, dentro deste Filo a classe Coscinodiscophyceae foi responsável por 97% da densidade geral, com predomínio de *Aulacoseira sp.* Este *táxon* é citado como o mais bem sucedido dentre as diatomáceas cêntricas, sendo frequentemente abundante no plâncton de lagos, represas e rios de grande porte, com maior disponibilidade de nutrientes e após a circulação da coluna d'água durante períodos chuvosos (WETZEL, 2001; SPAULDING & EDLUNG, 2008; FARIA, 2010). Ainda sobre a densidade de *Aulacoseira sp.*, outros levantamentos na bacia do lago Guaíba corroboram estes resultados, a exemplo, um estudo realizado nos rios Caí e Jacuí (efluentes do Guaíba), que indicam a dominância deste gênero, compondo aproximadamente 60% da densidade nos rios citados (RODRIGUES, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2007). O levantamento sazonal realizado no lago Guaíba por Andrade & Giroldo (2014), também reforça esta informação, uma vez que, *Aulacoseira sp.* compôs 34,7% da densidade observada no estudo.

Observando a composição entre os estratos, novamente *Aulacoseira* é considerado o *táxon* mais frequente e abundante, este gênero ocorreu em elevada densidade em todos os estratos. Corroborando com o ciclo de vida do gênero, que é meroplânctônico, ou seja, vive na zona pelágica em uma fase da vida, e na outra fase ele permanece em forma de auxósporo no bento (REYNOLDS, 2006). Além disto, organismos deste gênero afundam

com facilidade e necessitam de turbulência para se manter em suspensão na coluna d'água (CRAWFORD *et al.*, 2003; NICOLODI *et al.*, 2010; TREMARIN *et al.*, 2013), condizendo com os padrões observados para o lago investigado durante o período amostral. Os demais *taxa* catalogados, de forma geral, também foram comuns nos três estratos, este padrão, pode estar relacionado com a diminuição da temperatura da água e com a ausência de estratificação térmica do outono, a estação que obteve a densidade mais relevante, uma vez que, elevadas temperaturas são um fator determinante na abundância e na distribuição do fitoplâncton (REYNOLDS, 1988).

Os parâmetros de riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância, por sua vez também demonstraram pouca variação, sendo esse resultado, influenciado pela dominância de *Aulacoseira* sp. Entre os estratos avaliados, os parâmetros ecológicos seguem conforme os resultados totais, indicando que a distribuição vertical do fitoplâncton na coluna d'água ocorreu de forma homogênea, mas com elevada dominância e baixa equitabilidade. Além dos parâmetros já citados anteriormente como essenciais para a distribuição e densidade do fitoplâncton, outros fatores, como concentração de fósforo e nitrogênio, predação e competição podem atuar conjuntamente determinando a presença das populações na coluna da água (BRANDÃO, 2008). A exemplo, o comportamento apresentado pelas cianofíceas, que ocorreram nos três estratos e são eficientes no deslocamento na coluna d'água, por possuírem vacúolos gasosos ou pseudo vacúolos que permitem a otimização da absorção da luminosidade, ainda que praticamente 1/2 (S= 07) da composição total (S= 16) esteve presente somente na Superfície, como exemplo, *Anabaena* sp., *Aphanocapsa* sp., *Aphanizomenon* sp. e *Aphanothece* sp. Além disso, são também eficientes na obtenção de gás carbônico e na competição por sombrear as demais algas, aproveitando-se dos nutrientes liberados por elas (BRANDÃO, 2008).

Quanto aos *taxa* que merecem destaque, um dos *taxa* de maior densidade, o gênero *Cyclotella* ocorreu no cumulativo das campanhas com 0,5% de representatividade. Este gênero assim como *Asterionella*, são diatomáceas competidoras, limitadas por dois recursos essenciais: fosfato (PO₄) e silicato (SiO₂), ambos presentes na composição do Guaíba e segundo experimentos feitos por Tilman (1977) *Cyclotella* se sobressai, ou seja, é mais eficiente no uso de silicato, o que pode traduzir suas maiores densidades nas estações menos quentes visto que há maior diluição dos compostos, principalmente do fosfato advindo dos efluentes de origem agrícola, por exemplo. Na segunda posição relativo à abundância geral (0,43%), *Eudorina* é um fitoflagelado, que juntamente com a presença de

cianobactérias podem indicar ambientes degradados, pois são beneficiados pelos nutrientes oriundos de efluentes orgânicos de origem antrópica (SOLDATELLI, 2007; BRANDÃO, 2008; CARVALHO *et al.*, 2013; BORTOLI & PINTO 2015). Em terceira colocação, a espécie *Ceratium furcoides*, é um dinoflagelado invasor das águas doces da América do Sul. Ainda que registrado em baixa relevância numérica (0,34% do total), este gênero possui, estratégias de desenvolvimento como os cistos que permanecem dormentes no sedimento, podendo germinar quando as condições ambientais se tornarem favoráveis, e levar a picos de densidade, ou mesmo a florações inesperadas (RORIZ *et al.*, 2019). Para evitar eventuais consequências negativas, tais como interferência na cadeia trófica do lago, entupimento de filtros durante o processo de tratamento de água e diminuição da produção pesqueira, e considerando o caráter de múltiplos usos do lago Guaíba, é importante monitorar a presença de *C. furcoides*.

Ainda em destaque, dos 16 gêneros de cianobactérias registrados, extra o *táxon* “não identificado” (Cianofíceia N.I.) que obteve 0,16% do total, *Anabaena* e *Planktothrix*, com valores bem mais reduzidos, possuem cianotoxinas que podem ser fatais se ingeridas em elevada abundância (CARVALHO *et al.*, 2013; BORTOLI & PINTO 2015). Entretanto, de acordo com o CONAMA 357/2005, o limite máximo de células de cianobactérias é de 50.000 cél/mL para a Classe 2, classificação pertinente ao Lago Guaíba. Para este trabalho a contagem foi realizada por indivíduos, mas ressalta-se que a quantidade de células não se aproximou desse valor em nenhum ponto amostral, uma vez que foram encontrados no total um máximo de 690 indivíduos por mL no P25, na C4 vinculada ao verão (período naturalmente mais propício a densidades mais relevantes) e, que, o máximo de células que uma alga-azul é composta não ultrapassa o valor de 30 células (BRANDÃO, 2008), desta forma, não apresentando valores de risco momentâneo para a área amostrada.

Por fim, é importante salientar que a composição da comunidade fitoplanctônica pode ser muito variada nos ambientes e tem como característica refletir toda e qualquer alteração ambiental sofrida. O gênero *Aulacoseira* que se destacou devido a elevada densidade, principalmente na C1 (99%), é de ocorrência natural no lago Guaíba e sua identificação já era esperada, todavia, destaca-se que devido as suas características este *táxon* tende a deixar sabor e forte odor de “terra” na água (BIATO, 2005). Por este motivo é classificado como de importância médico sanitária e, foi monitorada ao longo das quatro campanhas efetuadas, sendo geralmente um dos *taxa* mais relevantes, porém, com densidades relativas de 23% na C2 (Inverno), 52% na C3 (Primavera) e, 71% na C4 (Verão). Com os valores apresentados, fica evidente que ocorreu um *bloom* deste *táxon* no outono

e que no decorer do levantamento, os percentuais de ocorrência acompanharam o esperado para o padrão sazonal, sendo os valores mais altos nos períodos mais quentes. A abundância dos demais gêneros podem ter sido impactada pela predominância deste grupo, dificultando a competição por nutrientes e luminosidade, pois se observou elevada riqueza dos grupos de incidência natural do Guaíba, mas em densidades reduzidas. Ainda assim, todas as campanhas obtiveram incrementos taxonômicos, confirmando a efetividade e a suficiência amostral pretendidas.

Todos os resultados aqui apresentados demonstram a necessidade e importância do levantamento em diferentes sazonalidades, podendo assim avaliar com maior precisão a composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica no Lago Guaíba.

5.3. Zooplâncton

Ao longo do ciclo sazonal avaliado (outono, inverno, primavera e verão) somam-se 11.734.355 indivíduos zooplanctônicos por m³ distribuídos em 125 *taxa* mais as fases imaturas de Copepoda (náuplios e copepoditos). Ao todo, foram identificados 07 filos (Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Chordata, Ciliophora, Mollusca e Rotifera).

Dentre os grupos identificados é possível observar que Rotifera deteve 58% da densidade relativa acumulada entre as quatro campanhas, seguido por Arthropoda (24%), Mollusca (10%), Amoebozoa (5%) e Ciliophora (3%). Por fim, os Filos Cercozoa e Chordata representam apenas 0,002% dos indivíduos quantificados, e, portanto, devido ao baixo número de registros, não pontuaram percentualmente (Figura 8).

No que tange a riqueza acumulada, o Filo Rotifera seguido de Arthropoda também foram os mais representativos ao atingirem, respectivamente, 47% (59 *taxa*) e 41% (51 *taxa*) da riqueza relativa. Os outros 12% correspondem em ordem decrescente a Amoebozoa, com 8% (10 *taxa*), Chordata, 1,60% (2 *taxa*) e Cercozoa, Mollusca e Ciliophora que obtiveram o registro de apenas 1 *táxon* cada e somaram juntos os 2,4% restantes (

Figura 9).

Por fim, cabe evidenciar que os protozoários ciliados (Ciliophora) e os estágios larvais dos bivalves (Mollusca) não foram identificados em nível de gênero ou espécie, sendo, por sua vez, apenas contabilizados e inseridos dentro de uma classificação superior.

Figura 8: Densidade relativa (%) acumulada da comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão).

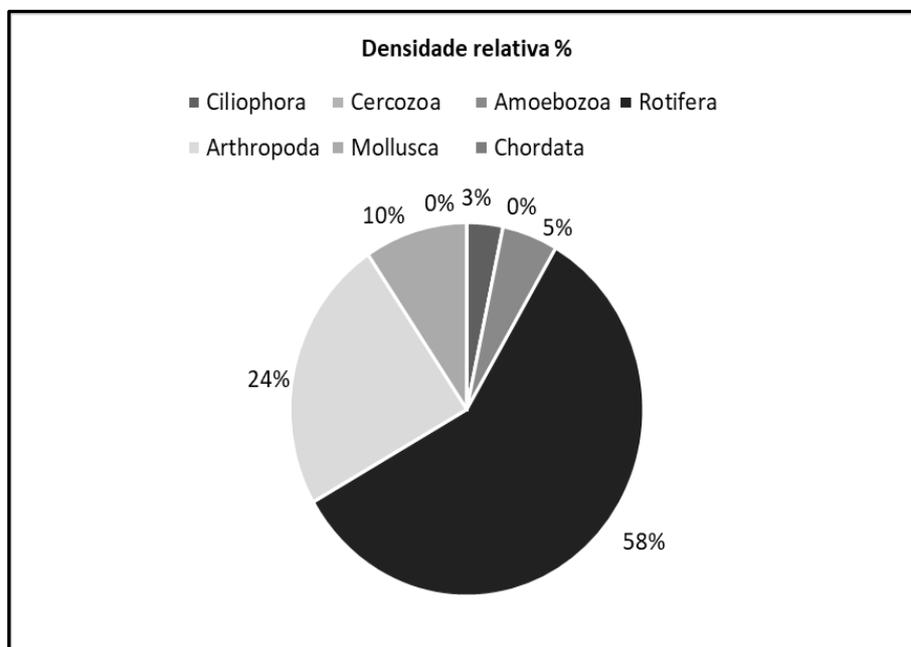
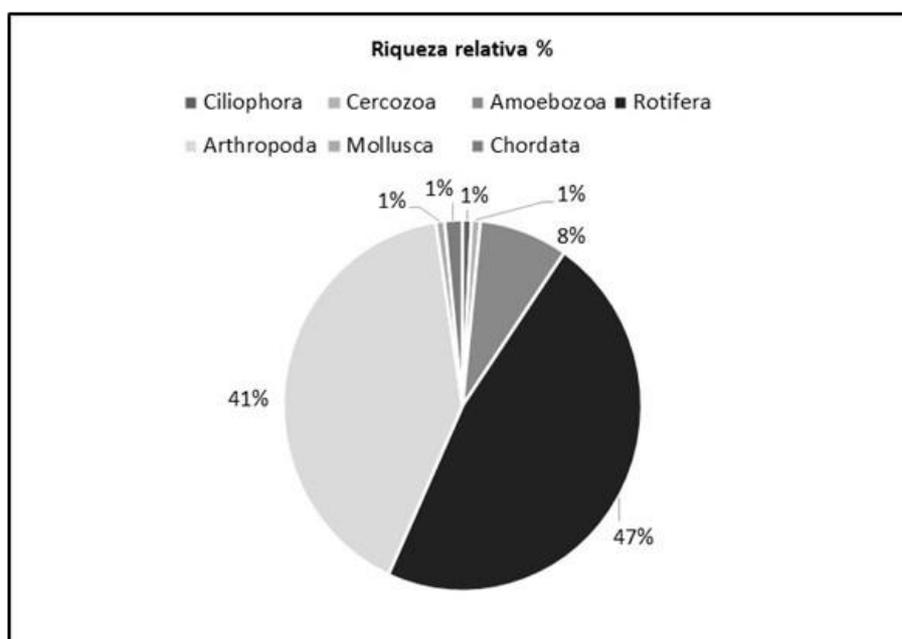


Figura 9: Riqueza relativa (%) acumulada da comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão).



Do conjunto dos 125 *taxa* catalogados, mais as quatro fases imaturas de Copepoda, 44 obtiveram ocorrência em mais de 50% dos pontos amostrais, evidenciando que estão espacialmente bem distribuídos na região monitorada. A exemplo, podemos citar: as

amebas testáceas *Centropyxis* sp., os rotíferos *Filinia* sp. *Hexarthra* sp., *Keratella americana* e *Keratella tropica* e os cladóceros *Bosminopsis deitersi* e *Ceriodaphnia* sp. Destaca-se também 15 *taxa* que ocorreram em todos os pontos amostrais, como *Diffflugia* sp., *Keratella cochlearis*, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., *Bosmina longirostris*, *Notodiptomus incompositus*, larvas de bivalve, entre outros destacados na Tabela 7. Outros 21 *taxa* ocorreram em apenas um dos 50 pontos amostrais, a exemplo do rotífero *Lecane monostyla*, do cladóceros *Scapholeberis armata* e do copépode *Argyrodiaptomus* cf. *falcifer* (Tabela 7).

Na Tabela 7 estão listados todos os *taxa* zooplanctônicos inventariados ao longo das quatro estações, juntamente com os pontos de registros e estratos da coluna d'água, assim como, o nome popular e habitat preferencial.



Tabela 7: Lista dos taxa zooplanctônicos inventariado no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. – Sendo: * taxa que ocorreram em mais de 50% dos pontos. Estratos de registros: S – superfície M – meio e F- fundo – Hábitat: PEL – Pelágico – LIT - Litorâneo.

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
			C1	C2	C3	C4		
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		
CILIOPHORA								
Ciliophora*	Ciliado	1,6,8,14,16,17,19-24,26-30,33-36,39-49	X	X	X		S,M,F	LIT/PEL
AMOEOBOZA								
<i>Arcella</i> sp.*	ameba	1-30,32-50	X	X	X	X	S,M,F	LIT/PEL
<i>Arcella megastoma</i> (Penard, 1902)	ameba	1,4,23,35 e 36	X	X	X		S,M,F	PEL
<i>Arcella dentata</i> (Ehrenberg, 1838)	ameba	6,18 e 39		X		X	S e F	LIT/PEL
<i>Arcella gandalfi</i> (Féres et al, 2016)	ameba	2 e 20		X	X		M	LIT/PEL
<i>Centropyxis</i> sp.*	ameba	1-14,17-23,26-30,32-35,38-42,44-48 e 50	X	X	X	X	S,M,F	LIT/PEL
<i>Cyclopyxis</i> sp.	ameba	6,8 e 35			X		S,M,F	LIT/PEL
<i>Diffflugia</i> sp.*	ameba	todos	X	X	X	X	S,M,F	LIT/PEL
<i>Diffflugia urceolata</i> (Deflandre, 1926)	ameba	5		X			F	LIT/PEL
<i>Netzelia</i> sp.	ameba	10 e 13			X		S	LIT
<i>Pyxidicula</i> sp.	ameba	1,5-9,11,21,33-35 e 39	X	X	X		S,M,F	LIT
CERCOZOA								
<i>Eughypha</i> sp.	ameba	6,20,31,33 e 47		X	X		S,M,F	LIT
ROTIFERA								
<i>Ascomorpha</i> sp.	Pulga d'água	1,3,6-8,10-14,17-20,28 e 45	X			X	S,M,F	PEL

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO				OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO	C1	C2	C3	C4	ESTRATOS	HABITAT			
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO					
<i>Asplancha</i> sp.	Pulga d'água	10,11,41 e 48	X	X			S e M	PEL			
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	Pulga d'água	20			X		S	PEL			
<i>Asplanchna sieboldii</i> (Leydig, 1854)	Pulga d'água	17	X				S	PEL			
<i>Beauchampiella</i> sp.	Pulga d'água	6 e 41		X			S e F	LIT			
Bdelloidea*	Pulga d'água	1-21,23-26,28-33,35-37,39-41,44-47,49 e 50	X	X	X		S,M,F	LIT			
<i>Brachionus</i> sp.*	Pulga d'água	2,4-12,14,15,17-21,23-26,28-32,34-49	X	X	X	X	S,M,F	PEL			
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	Pulga d'água	20 e 46		X			S	PEL			
<i>Brachionus caudatus</i> (Barrois & Daday, 1894)	Pulga d'água	20		X			S	LIT			
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas,1766)*	Pulga d'água	1-14,16-50	X	X	X	X	S,M,F	PEL			
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	Pulga d'água	2,5,9,12,14-19,25,26,31,33,36 e 38		X	X		S,M,F	PEL			
<i>Cephalodella</i> sp.*	Pulga d'água	1,2,4,10,12,14-20,23,25-27,29,30,32,33,36,38,41,43 e 47		X	X		S,M,F	LIT			
<i>Colurella</i> sp.	Pulga d'água	4,6,15,17,25,43,44 e 49		X	X	X	S e M	LIT			
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikov, 1914)	Pulga d'água	8 e 29		X			S e F	PEL			
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	Pulga d'água	1,2,12,19,23,25,26,32,36,43 e 49		X	X	X	S,M,F	PEL			
<i>Dicranophorus</i> sp.	Pulga d'água	50		X			F	LIT			
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	Pulga d'água	1,2,8-10		X	X		S,M,F	LIT			
<i>Epiphanes</i> sp.	Pulga d'água	3,7-9,11,19,23 e 36		X	X		S, M, F	LIT			
<i>Euchlanis</i> sp.	Pulga d'água	2,5-7,13,16,18,19,23,26,27 e 29	X	X	X		S, M, F	LIT			



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO				OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO	C1	C2	C3	C4	ESTRATOS	HABITAT			
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO					
<i>Encentrum</i> sp.	Pulga d'água	14,20 e 37			X		M e F	LIT			
<i>Filinia</i> sp.*	Pulga d'água	1-12,14,16-18,20,21,23,25,29-33,35-46,48-50	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Filina opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	Pulga d'água	36 e 37		X			S e M	PEL			
<i>Gastropus</i> sp.	Pulga d'água	11,17,20,29,31,33,36-38,40,42,45 e 47	X	X	X		S, M, F	PEL			
<i>Hexarthra</i> sp.*	Pulga d'água	2-12,14-21,23-25,28-32,34-50			X	X	S, M, F	PEL			
<i>Itura</i> sp.	Pulga d'água	12,19 e 29		X			S e M	PEL			
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet,1908) *	Pulga d'água	1-17,19-25,28-33,35-50		X	X		S, M, F	PEL			
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943) *	Pulga d'água	1,2,5-32,34-50	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851) *	Pulga d'água	todos	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907) *	Pulga d'água	1,2,4-50	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953) *	Pulga d'água	todos		X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Lecane</i> sp.*	Pulga d'água	1,2,4-9,11-32,34-38,40-50	X	X	X	X	S, M, F	LIT			
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	Pulga d'água	2,4,6,8,14,17,20,26,33,39,42 e 46		X	X		S, M, F	LIT			
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	Pulga d'água	17,19,26,30,32 e 36	X	X			S, M, F	LIT			
<i>Lecane</i> cf. <i>inermis</i> (Bryce, 1892)	Pulga d'água	29		X			F	LIT			
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	Pulga d'água	1,2,13,14,16,18,21,25,26,29,36,38,40-42,49 e 50		X	X	X	S, M, F	LIT			
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	Pulga d'água	4			X		M	LIT			
<i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)	Pulga d'água	44		X			F	LIT			
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	Pulga d'água	18		X			S	LIT			

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO				OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO				C1	C2	C3	C4		
						OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		
<i>Lecane unguolata</i> (Gosse, 1887) *	Pulga d'água	9-11,13,14,16,18,19,22,26-29,33,35,36,39-45,47,49 e 50				X		X		S, M, F	LIT
<i>Lepadella</i> sp.*	Pulga d'água	1,2,4,8-13,15-21,25,26,29-32,36,37,39,41,43,47,48 e 50					X	X		S, M, F	LIT
<i>Lophocharis</i> sp.	Pulga d'água	19					X			F	LIT
<i>Macrochaetus</i> sp.	Pulga d'água	11					X			M	LIT
<i>Mytilina</i> sp.	Pulga d'água	17						X		S	LIT
<i>Monommata</i> sp.	Pulga d'água	7,25,26 e 47					X			S e M	LIT
<i>Notommata</i> sp.	Pulga d'água	3,9,18,19,23,26 e 36					X	X		S, M, F	LIT
<i>Plationus patulus</i> (Daday, 1786) *	Pulga d'água	1,2,4,7,9-17,19,20,23,25,26,28-33,35-38,41,43,44,46,48-50					X	X		S, M, F	LIT
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832) *	Pulga d'água	1-19,21,23,25,26,31,35,36,38,41 e 49				X	X	X		S, M, F	PEL
<i>Ploesoma</i> sp.*	Pulga d'água	todos				X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Ptygura</i> sp.*	Pulga d'água	7,10-14,16,18-21,25,26,28-30,34,36-48 e 50				X	X	X	X	S, M, F	LIT
<i>Polyarthra</i> sp.*	Pulga d'água	todos				X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Pompholyx</i> sp.*	Pulga d'água	1-4,7-50				X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Proales</i> sp.	Pulga d'água	8,12 e 45					X		X	S, M, F	LIT
<i>Proales</i> sp.2	Pulga d'água	36					X			F	LIT
<i>Synchaeta</i> sp.*	Pulga d'água	todos				X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Testudinella</i> sp.	Pulga d'água	2,8-10,13,14,17,25,32,33,36,37,46 e 50					X	X		S, M, F	LIT
<i>Trichocerca</i> sp.*	Pulga d'água	1,2,4-25,29,30,32-50				X		X	X	S, M, F	LIT



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO		OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO		C1	C2	C3	C4		
				OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jennings, 1903) *	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	LIT
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893) *	Pulga d'água	1,2,7-9,11-13,15-21,23-26,28,30,31,33-38,40-42,44,45,47-50		X	X	X	X	S, M, F	LIT
<i>Trichotria</i> sp.	Pulga d'água	1,5,7,15 e 17			X	X		S, M, F	LIT
ARTHROPODA									
Cladocera									
<i>Alona</i> sp.	Pulga d'água	1,26 e 31			X			S e F	LIT
<i>Alona</i> cf. <i>guttata</i> (Sars, 1862)	Pulga d'água	4,7,18 e 49			X	X		M e F	LIT
<i>Alona yara</i> (Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010)	Pulga d'água	3,4 e 14		X	X	X		S, M, F	LIT
<i>Alonella dadayi</i> (Birge, 1910)	Pulga d'água	18,22 e 26			X			S, M, F	LIT
<i>Anthalona</i> sp.	Pulga d'água	5 e 7			X			S, M, F	LIT
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1776) *	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Bosminopsis deitersi</i> (Richard, 1895) *	Pulga d'água	1-21,23-29,31-50		X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Camptocercus</i> sp.	Pulga d'água	2,15 e 18			X			S e M	LIT
<i>Ceriodaphnia</i> sp.*	Pulga d'água	1-4,6-32,34-41,43,44,46-48 e 50			X	X		S, M, F	PEL
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> (Sars, 1885)	Pulga d'água	4				X		M	PEL
<i>Chydorus</i> sp.	Pulga d'água	2,3,5,8,12,13,17,20,25,26,29,47 e 50			X	X		S, M, F	LIT
<i>Chydorus pubescens</i> (Sars, 1901)	Pulga d'água	3,6,9 e 20			X	X		M e F	LIT
<i>Coronatella</i> sp.	Pulga d'água	2,25,32 e 37		X		X	X	S, M, F	LIT
<i>Daphnia</i> sp.*	Pulga d'água	1-17,19-21,23,28-31,34-38,41,43,44,46,47,49 e 50		X	X	X		S, M, F	PEL

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO				OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO	C1	C2	C3	C4	ESTRATOS	HABITAT			
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO					
<i>Daphnia</i> sp.2	Pulga d'água	1,3-5,8,10,13-15,19,20,23,27,28,30,32,41,42,45,46,48 e 50		X				S, M, F	PEL		
<i>Diaphanosoma</i> sp.	Pulga d'água	2,6,9,15,19,23,25 e 27	X	X				S, M, F	PEL		
<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981) *	Pulga d'água	1-30,32-50	X	X	X	X		S, M, F	PEL		
<i>Disparalona hamata</i> (Birge, 1879)	Pulga d'água	5,23,31 e 41		X			X	M e F	LIT		
<i>Eurycercus</i> sp.	Pulga d'água	2		X				S	LIT		
<i>Ilyocryptus spinifer</i> (Herrick, 1882)	Pulga d'água	2,4,6,7,10,12,17,23,24,26,36,38,46 e 50		X	X	X	X	S, M, F	LIT		
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)	Pulga d'água	10		X				S	LIT		
<i>Kurzia polyspina</i> (Hudec, 2000)	Pulga d'água	2 e 44	X		X			S e M	LIT		
<i>Macrothrix elegans</i> (Sars, 1901)	Pulga d'água	3,10 e 20		X	X			S, M, F	LIT		
<i>Macrothrix squamosa</i> (Sars, 1901)	Pulga d'água	1,3-6,8,9,11,14,17,19,25,30,31,36,37 e 50	X	X	X			S, M, F	LIT		
<i>Moina minuta</i> (Hansen, 1899) *	Pulga d'água	todos	X	X	X	X	X	S, M, F	PEL		
<i>Monoepilus</i> sp. (nov)	Pulga d'água	3 e 4		X				S e F	LIT		
<i>Nicsmirnovius</i> sp.	Pulga d'água	3,9, e 48			X			F	LIT		
<i>Ovalona</i> sp.	Pulga d'água	1-6,8-11,13-18,20,21,23,24,26,29,30 e 33		X	X			S, M, F	LIT		
<i>Pleuroxus</i> sp.	Pulga d'água	1,2,5,8,10-12,16,18,25,31 e 33		X	X			S, M, F	LIT		
<i>Pseudomoina cf. lemnae</i> (King, 1853)	Pulga d'água	2-4,7,9,12,14 e 15		X				S, M, F	LIT		
<i>Scapholeberis armata</i> (freyi Dumont & Pensaert, 1983)	Pulga d'água	49		X				F	PEL		
<i>Simocephalus</i> sp.	Pulga d'água	2,4,8-10,14,15 e 23		X	X			S, M, F	PEL		



TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO		OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO		C1	C2	C3	C4		
				OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		
ovo de resistência	efípio	25 e 40			X	X		M e F	LIT/PEL
Copepoda									
Cyclopoida									
Náuplio*	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	LIT/PEL
Copepodito*	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	LIT/PEL
<i>Acanthocyclops</i> sp.*	Pulga d'água	2,7,8,10-50		X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Eucyclops</i> sp.	Pulga d'água	2,4,5,10,14,23 e 34			X		X	S, M, F	LIT
<i>Mesocyclops</i> sp.	Pulga d'água	1,27,33 e 39		X		X	X	S e F	PEL
<i>Metacyclops</i> sp.	Pulga d'água	2 e 46		X				S e M	PEL
<i>Microcyclops</i> sp.	Pulga d'água	11 e 43			X			S e F	LIT
<i>Oithona</i> sp.	Pulga d'água	11,25 e 29		X			X	S e M	PEL
<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thomson, 1882)	Pulga d'água	1,2,4-6,8-11,16,21,22,26,30-32		X	X	X	X	S, M, F	LIT
<i>Thermocyclops</i> sp.	Pulga d'água	24				X		F	PEL
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	Pulga d'água	1-8,14,17,20,31,32,34,35,38,42 e 45		X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929) *	Pulga d'água	2-6,8,11-17,20,22,24-26,31-33,36-38,41-43,45-49		X	X	X	X	S, M, F	PEL
<i>Tropocyclops</i> sp.	Pulga d'água	3,8,14,16 e 22			X	X		S, M, F	PEL
Calanoida									
Náuplio*	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	LIT/PEL
Copepodito*	Pulga d'água	todos		X	X	X	X	S, M, F	LIT/PEL

TAXA	NOME POPULAR	ÁREAS DE REGISTRO				OCORRÊNCIA				ESTRATOS	HABITAT
		CUMULATIVO	C1	C2	C3	C4	ESTRATOS	HABITAT			
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO					
<i>Argyrodiaptomus cf. falcifer</i> (Daday, 1905)	Pulga d'água	37				X	F	PEL			
<i>Notodiptomus sp.</i>	Pulga d'água	10,26 e 44			X		S, M, F	PEL			
<i>Notodiptomus anisitsi</i> (Daday, 1905)	Pulga d'água	4,10,13 e 15		X	X		M e F	PEL			
<i>Notodiptomus incompositus</i> (Brian, 1925) *	Pulga d'água	todos	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
<i>Notodiptomus spiniger</i> (Brian, 1925)	Pulga d'água	2,4,7,8,20,22,25,28,36,37 e 46		X	X		S, M, F	PEL			
<i>Odontodiptomus thomsoni</i> (Brehm, 1933)	Pulga d'água	4,38 e 41		X	X		S e F	PEL			
<i>Pseudodiptomus richardi</i> (Dahl, 1894) *	Pulga d'água	1-5,8-14,15-50	X	X	X	X	S, M, F	PEL			
Harpacticoida											
Copepodito*	Pulga d'água	1-3,5,6,8-12,14,15,17,18,20,22-27,32,36,37,39-43,45,46 e 48	X	X	X	X	S, M, F	LIT			
MOLLUSCA											
Larva de bivalve*		todos			X	X	S, M, F				
CHORDATA											
<i>Pimelodus pintado</i> (larvas)		3			X		F	LIT/PEL			
Ictioplâncton (ovos)		22			X		M	LIT/PEL			

No cumulativo das quatro campanhas o rotífero *Polyarthra* sp. (Foto 26) e os náuplios de Copepoda Cyclopoida (Foto 27) dominaram numericamente no lago Guaíba, perfazendo respectivamente 19,95% e 12,18% da densidade relativa. Em terceiro lugar, segue o rotífero *Keratella tropica* (Foto 28), com 10,74% de contribuição, as larvas de molusco Bivalve (Foto 29), com 9,44% e o rotífero *Synchaeta* sp. com 7,68% (Foto 30).

É importante notar que as larvas dos bivalves não foram identificadas em nível específico em virtude das altas densidades encontradas, principalmente na primavera (Foto 31Foto 29) e devido a grande similaridade morfológica entre as duas espécies exóticas mais abundantes no lago Guaíba (*Limnoperna fortunei* [mexilhão-dourado] e *Corbicula flumínea* [berbigão-asiático] não foi possível a identificação em nível de espécie. Por sua vez, espera-se que a alta densidade registrada seja atribuída as duas espécies mencionadas, dominantes inclusive nesse levantamento.

Também cabe salientar que diversos *taxa* zooplanctônicos obtiveram o registro de poucos indivíduos, tais como, *Lecane leontina*, *Macrochaetus* sp., *Eurycerus* sp. e *Scapholeberis armata*, com apenas 3 indivíduos por m³.



Foto 26: *Polyarthra* sp.



Foto 27: Náuplio de Copepoda Cyclopoida



Foto 28: *Keratella tropica*



Foto 29: Larva de molusco Bivalve



Foto 30: *Synchaeta* sp.

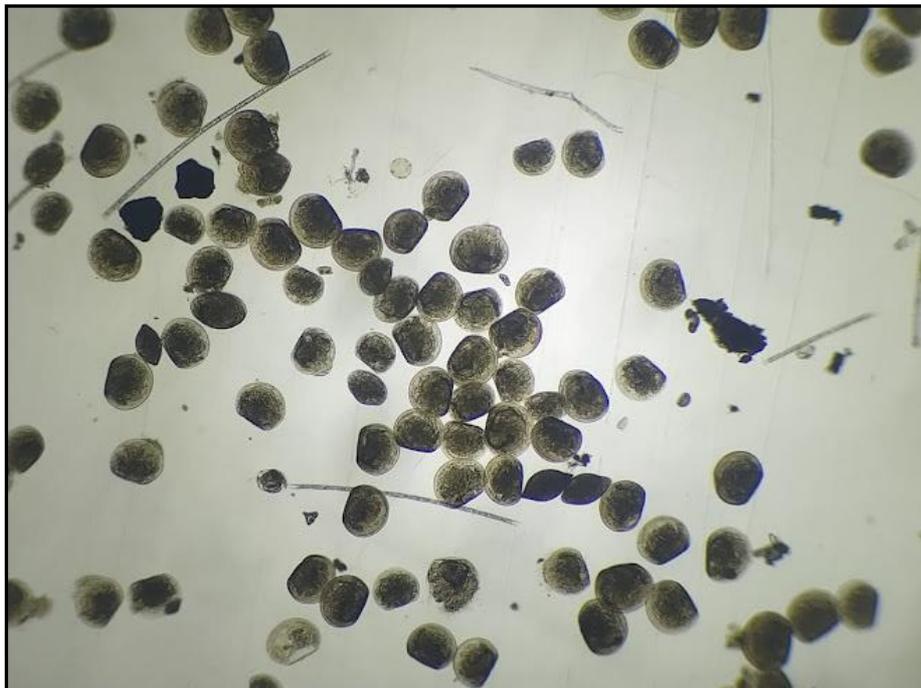


Foto 31: Alta densidade das larvas de molusco Bivalve.

5.3.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos

Ao longo do ciclo sazonal avaliado (outono, inverno, primavera e verão) somam-se 11.734.355 indivíduos zooplanctônicos por m³, sendo que 48% desse montante refere-se à densidade encontrada no verão, com 5.616.193 ind.m³, 37% ao contabilizado no outono, com 4.319.020 ind.m³, 9% a primavera, com 1.114.759 ind.m³ e 6% ao inverno, com 684.383 ind.m³. Os dados foram considerados homogêneos (Levene's; p<0,001) e as médias de densidade estatisticamente diferentes entre as estações (df= 3; F= 3,13; p= 0,025).

A riqueza também oscilou entre as campanhas, sendo superior no inverno, com 102 taxa catalogados. Na sequência, a primavera foi a segunda mais rica, com 87 taxa, seguido do outono, com 49 taxa e verão com 45 taxa. Da mesma forma que a densidade, os dados foram homogêneos (Levene's; p<0,001) e as médias de riqueza significativamente diferente entre as estações (df= 3; F= 29,5; p<0,001).

Os índices ecológicos calculados evidenciam que o verão atingiu a maior diversidade (H' = 2,313) e equitabilidade (J=0,608) e baixa dominância (D=0,298), embora seja a estação de menor riqueza zooplânctônica a distribuição dos taxa foi mais homogênea quando comparado as demais campanhas. Por outro lado, a primavera obteve baixos valores de diversidade (H' = 0,982) e equitabilidade (J=0,220) e alta dominância (D= 0,742), fato associado a alta densidade das larvas de Bivalve (Foto 31) nessa estação, que somou 70% do total de organismos contabilizados. Já no outono e inverno, os valores dos índices ecológicos (diversidade, equitabilidade e dominância) foram medianos e similares entre si, como pode ser observado na Tabela 8 abaixo.

Tabela 8: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade zooplanctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

PARÂMETROS	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	TOTAL
	C1	C2	C3	C4	
Densidade (ind.m ³)	4.319.020	684.383	1.114.759	5.616.193	11.734.355
Riqueza (N)	49	102	87	45	125
Diversidade (H')	1,917	1,986	0,982	2,313	2,551
Equitabilidade (J)	0,493	0,430	0,220	0,608	0,528
Berger-Parker (D)	0,438	0,336	0,742	0,298	0,250

No que tange aos *taxa* dominantes em cada estação, é notável que em três das quatro amostragens (outono, inverno e verão) houve predomínio dos rotíferos, porém com a densidade relativa dos principais gêneros oscilando ao longo do ciclo sazonal. No outono *Polyarthra* sp. (Foto 26) alcançou a maior densidade, com 36,74%. Já no inverno, *Synchaeta* (Foto 30) sp. dominou com 23,88%, enquanto *Keratella tropica* (Foto 28) foi a mais abundante no verão, com 22,20%.

5.3.1. Composição- dissimilaridade de *Bray-Curtis* entre estações

O dendrograma entre as estações demonstrou uma similaridade zooplanctônica que variou entre mediana (53%) a alta (73%), ao longo das campanhas amostrais, sugerindo no geral, um alto compartilhamento zooplanctônico temporal. Conforme pode ser observado na (Figura 10), o maior percentual de similaridade (73%) foi atingido entre C2 (inverno) e C3 (primavera) e entre C1 (outono) e C4 (verão) que compartilharam entre si, juntamente com as fases imaturas de Copepoda, 73 e 36 *taxa*, respectivamente (Figura 10).

Já o menor percentual foi observado entre C2 (inverno) e C4 (verão), com 53% de compartilhamento de *taxa*. Esse resultado pode ser explicado pela alta riqueza catalogada no inverno, uma vez que, perante os resultados do verão, nota-se um acréscimo de 65 *taxa* que não foram registrados em C4.

Em síntese, embora ainda com percentual superior a 50% entre os pareamentos, o inverno deteve a maior parte dos *taxa* exclusivos, sendo, portanto, a estação mais dissimilar no ciclo sazonal avaliado. Dentre os principais registros exclusivos destaca-se a ocorrência do cladóceros *Pseudomoina* cf. *lemnae* (Foto 32) e *Monospilus* sp. (Nov) (Foto 33). A espécie *P. cf. lemnae* corresponde ao primeiro registro para o Brasil (SMIRNOV, 1992; ARVUT, 2020; FREIRY *et al.*, no prelo). Já *Monospilus* sp. (Nov) trata-se de uma nova espécie em descrição (SOUSA *et al.*, 2020). É importante destacar que ambas as espécies já foram reportadas anteriormente no lago Guaíba em estudos recentes (ARVUT, 2020; SOUSA *et al.*, 2020).

Já entre as estações inverno e primavera, destaca-se o compartilhamento do copépode Calanoida *Odontodiptomus thomseni* (Foto 34). Sua ocorrência no lago também se refere ao primeiro registro no território brasileiro (FREIRY *et al.*, in press). Esta espécie planctônica foi encontrada algumas vezes em baixa densidade no Uruguai e na Argentina, com primeiro registro no Lago Guaíba em 2018 (FREIRY *et al.*, in press). Outro compartilhamento entre ambas as estações que merece destaque é da espécie exótica de

rotífero *Kellicottia bostoniensis* (Foto 35), que conforme dados de monitoramentos anteriores, já possui ocorrência descrita para a região (Anexo 7). A listagem de todos os *taxa* catalogados nesse levantamento por estações pode ser visualizado na Tabela 7.



Foto 32: *Pseudomoina cf. lemnae*



Foto 33: *Monospilus sp. (Nov)*

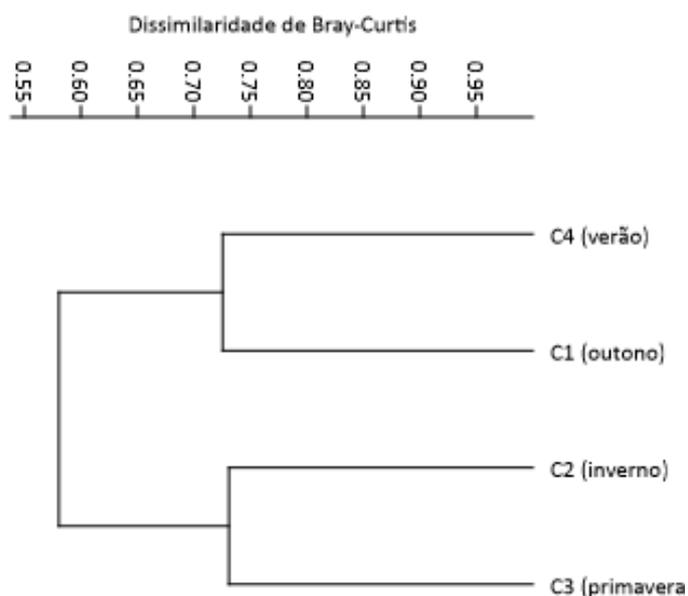


Foto 34: *Odontodiptomus thomseni*



Foto 35: *Kellicottia bostoniensis* (exótica)

Figura 10: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis para comunidade zooplanctônica inventariada no durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha).



5.3.2. Variações espaciais - parâmetros ecológicos

A riqueza zooplanctônica acumulada entre as quatro campanhas foi de $S=125$ taxa mais as quatro formas imaturas de Copepoda (náuplios e copepoditos). Considerando o número de taxa documentados pelos dados secundários ($S= 174$ taxa) (Anexo 7) o valor representa 72% da riqueza esperada para a região monitorada.

Em relação aos pontos amostrais, nota-se que os valores acumulados variaram expressivamente entre as localidades, com $S=31$ taxa no ponto P27 (menos rico) a $S=61$ taxa no P02 (mais rico). Além do P2, mais sete pontos se destacaram por registrar valores de riqueza acima de 50 taxa, tais como, o P8 com $S= 55$ taxa, o P4 e P20 com $S= 54$ taxa cada e os pontos P10, P14, P17 e P36, com $S= 53$ taxa.

No que tange a densidade acumulada entre as quatro campanhas ao longo dos 50 pontos somam-se para o Lago Guaíba um total de 11.734.355 indivíduos zooplanctônicos por m^3 . Entre as unidades amostrais os valores variaram acentuadamente, sendo que o valor do ponto de maior densidade (P12) (585.657 ind./ m^3) foi cerca de 8 vezes maior que o registrado no ponto P3, menos denso em organismos (73.073 ind./ m^3).

A alta densidade registrada no P12 ocorreu principalmente em virtude da dominância do gênero de rotífero *Polyarthra* sp. que representou 41% (242.893 ind./m³) do total de organismos encontrado nesse ponto amostral. Na sequência, altas densidades também foram encontradas nos pontos P19 e P18, com 569.993 ind./ m³ e 431.037 ind./ m³, respectivamente. Em ambos os pontos *Polyarthra* sp. seguiu sendo o *táxon* predominante, com 49% em P19 e 42% em P18.

A diversidade geral zooplanctônica acumulada para o lago Guaíba foi de $H' = 2,551$, o que se enquadra como satisfatório, visto que, os valores de diversidade são considerados altos para o índice de Shannon-Wiener quando $H' > 2,000$ (MAGURRAN, 1988). Dentre os pontos amostrais, valores de diversidade superiores a 2,000 foram atingidos em mais de 80% dos pontos (43 dos 50 pontos monitorados), sendo o maior valor registrado para o ponto P23 ($H' : 2, 757$) seguido do P49 ($H' : 2, 591$) e P35 ($H' : 2, 507$). Ao passo que, os pontos menos diversos foram o P19 ($H' : 1,661$), P3 ($H' : 1,727$) e P4 ($H' : 1,753$), localidades que apresentaram alta dominância de algum *táxon*, sendo o rotífero *Polyarthra* sp. predominante no P19 e as larvas de bivalve dominantes no P3 e P4, com destaque para o P4, em que as larvas somaram mais de 50% do total de organismos encontrados nesse ponto.

A análise de equitabilidade, que traduz a distribuição dos organismos entre os *taxa* encontrados, foi considerada mediana no cumulativo das quatro campanhas ($J = 0,528$) o que sugere que houve o registro de *taxa* dominantes, embora a densidade relativa geral não tenha sido elevada ao ponto de um único *táxon* extrapolar os 50%. Como citado anteriormente, os *taxa* dominantes na área monitorada foram os rotíferos *Polyarthra* sp., *Keratella tropica* e as larvas de molusco bivalve, sendo que soma percentual desses três *taxa* resultou em 40% do total de indivíduos amostrados no lago Guaíba.

Ao avaliarmos individualmente os pontos monitorados, nota-se que os maiores valores de equitabilidade foram obtidos nos pontos P23 ($J = 0,712$), P49 ($J = 0,707$) e P34 ($J = 0,704$), indicando que esses locais obtiveram uma distribuição equitável dos *taxa* catalogados. Cabe notar que os pontos P23 e P49 também foram os mais diversos, como já citado acima. Ao mesmo tempo, os pontos destacamos anteriormente como menos diversos também obtiveram baixa equitabilidade, com menor valor atingido no P19 ($J = 0,427$), seguido de P4 ($J = 0,440$) e P3 ($J = 0,459$), o que reforça a presença de *taxa* dominantes nessas amostras.

O índice de dominância de *Berger-Parker* atingiu um baixo valor para o conjunto total de dados ($D=0,250$), reforçando que não houve a presença de um *táxon* extremamente dominante, que superasse sozinho os 50% do total registrado. No que se refere aos pontos amostrais, notam-se variações pronunciadas nesse parâmetro, indicando que em alguns pontos houve o registro de *taxa* dominantes.

Conforme o índice, as maiores dominâncias foram registradas nos pontos P19 ($D=0,556$) e P4 ($D=0,554$), justamente os pontos que obtiveram as mais baixas equitabilidades e diversidades. Já os menores valores, que indicam baixa dominância, foram encontrados nos pontos P41 ($D=0,153$) e P48 ($D=0,170$), corroborando também com os altos valores de diversidade e equitabilidade registrados nesses ambientes.

Com base no exposto, os resultados dos índices ecológicos evidenciaram valores satisfatórios para a maior parte dos pontos monitorados no lago Guaíba, com valores elevados de riqueza, diversidade e equitabilidade. Em suma, os resultados convergem para indicar o ponto P23 como o mais diverso e equitável, associado a uma baixa dominância de *taxa*, enquadrando-se como o 15^a ponto mais rico ($S=48$ *taxa*). Ainda que o maior valor de riqueza tenha sido registrado no P2 ($S=61$ *taxa*), o local apresentou uma distribuição menos equitável dos *taxa* identificados, com dominância de *Polyarthra* sp., que fez 40% do total de organismos encontrados nesse ponto.

De forma contrária, cabe alertar que os pontos P19, P3 e P4 detiveram os piores resultados para os índices, com baixos valores de diversidade ($H' < 2,000$) e equitabilidade ($J < 0,500$) e alta dominância ($D > 0,500$), quando comparado com os demais pontos investigados, resultado este, influenciado pelas altas densidades relativas do rotífero *Polyarthra* sp. no P19 e larvas de molusco Bivalve no P3 e P4. Ainda, é importante alertar que essas altas densidades das larvas de Bivalve possivelmente tratam-se das duas espécies exóticas e muito abundantes no lago Guaíba, *Limnoperna fortunei* e *Corbicula flumínea*, o que reforça a menor qualidade desses pontos amostrais quando comparado aos demais.

Aqui cabe lembrar que as fases imaturas de Copepoda não foram incluídas nas análises, e, portanto, os resultados apresentados abaixo não refletem a densidade desses organismos para a riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker. Esse cuidado foi tomado para evitar a contalização dúbia de *taxa*, já que as fases adultas foram identificadas em nível de gênero e espécie. Os valores dos índices ecológicos por pontos amostrais podem ser observados na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Parâmetros ecológicos (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por pontos amostrais (P1 ao P50) no cumulativo das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) para comunidade zooplânctônica observada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

PONTOS	RIQUEZA (S)	DENSIDADE (ind. m ³)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P1	50	173.990	2,244	0,574	0,246
P2	61	178.330	2,163	0,526	0,420
P3	43	73.073	1,727	0,459	0,541
P4	54	97.807	1,753	0,440	0,554
P5	45	81.990	2,098	0,551	0,429
P6	47	84.593	2,431	0,631	0,204
P7	45	114.450	2,113	0,555	0,286
P8	55	384.003	2,297	0,573	0,288
P9	50	224.733	2,239	0,572	0,380
P10	53	143.087	2,480	0,625	0,202
P11	50	356.100	2,031	0,519	0,466
P12	48	585.657	2,089	0,540	0,449
P13	44	115.423	2,242	0,593	0,355
P14	53	136.050	2,338	0,589	0,297
P15	43	268.307	2,012	0,535	0,285
P16	44	340.740	1,890	0,500	0,453
P17	53	389.343	2,176	0,548	0,386
P18	47	431.037	1,816	0,472	0,512
P19	49	569.993	1,661	0,427	0,556
P20	54	227.970	2,313	0,580	0,273
P21	39	262.603	2,112	0,577	0,371
P22	33	150.623	2,253	0,644	0,219
P23	48	212.227	2,757	0,712	0,203
P24	34	240.157	1,926	0,546	0,328
P25	49	361.913	2,296	0,590	0,350
P26	50	138.390	2,346	0,600	0,227
P27	31	177.927	2,120	0,617	0,282
P28	36	372.077	2,129	0,594	0,342
P29	45	238.363	2,249	0,591	0,376
P30	40	191.257	2,466	0,668	0,194
P31	40	89.960	2,381	0,646	0,237
P32	41	152.347	2,227	0,600	0,356

PONTOS	RIQUEZA (S)	DENSIDADE (ind. m ³)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P33	39	156.513	2,209	0,603	0,263
P34	33	141.810	2,462	0,704	0,218
P35	39	163.830	2,507	0,684	0,204
P36	53	200.450	2,446	0,616	0,284
P37	43	209.473	2,421	0,644	0,299
P38	41	323.893	2,389	0,643	0,247
P39	37	362.107	2,191	0,607	0,290
P40	36	259.870	2,418	0,675	0,244
P41	46	176.563	2,448	0,639	0,153
P42	38	243.583	1,953	0,537	0,449
P43	39	193.460	2,428	0,663	0,295
P44	39	367.943	2,401	0,655	0,242
P45	39	311.593	2,246	0,613	0,296
P46	42	245.153	2,410	0,645	0,215
P47	40	221.300	2,418	0,655	0,282
P48	37	265.690	2,416	0,669	0,170
P49	39	130.360	2,591	0,707	0,232
P50	41	196.243	2,112	0,569	0,337
TOTAL	125	11.734.355	2,551	0,528	0,250

5.3.3. Composição- dissimilaridade de *Bray-Curtis* entre pontos amostrais

O dendrograma de similaridade cumulativo entre as quatro campanhas para os 50 pontos amostrais evidencia a formação de um grande clado que engloba a maioria dos pontos (42 pontos). Oito pontos se distribuíram de forma segregada no gráfico (circulado em azul), sendo que P2, P4 e P15 alocaram-se na extremidade esquerda do gráfico e P03, P5, P6, P22 e P27 na extremidade direita, configurando-se, portanto, como os mais dissimilares quando comparado com o grande clado. Em contrapartida, cabe destacar que em todos os pareamentos foram registrados valores acima de 50% de similaridade da composição zooplanctônica inventariada, como se vê no ponto do nó indicado pela seta preta na Figura 11.

A maior semelhança do zooplâncton inventariado até o momento foi visualizada entre os pareamentos P42 e P45 (circulado em amarelo), com 94% de similaridade na

composição do zooplâncton. Os 6 % de diferença entre ambos decorrem de apenas cinco *taxa*, que neste pareamento foram registrados exclusivamente em um dos pontos citados, a exemplo de *Lecane hamata* registrada somente no P42 e *Ascomorpha* sp. ocorrente apenas no P45. Já a menor similaridade foi observada entre os pareamentos P4 e P27, com 58% de semelhança na composição, este percentual reflete a presença de 08 *taxa* exclusivo do P27 e, portanto, não amostrado em P4 e de 31 *taxa* não encontrados no P27 mas registrado em P4 (Figura 11).

De maneira geral, fica evidente que a composição zooplanctônica observada no Lago Guaíba é relativamente semelhante entre as unidades amostrais, o que é esperado para um sistema hídrico contínuo e com pontos amostrais geograficamente pouco distantes (Figura 11). Todavia, cabe destacar a distribuição mais restrita dos cladóceros *Pseudomoina* cf. *lemnae* e *Monospilus* sp. (Nov) e do copépode *Odontodiptomus thomseni*, que como citado acima são novos registros para o lago, incluindo uma espécie nova em descrição e, portanto, merecem destaque nesse levantamento. *P. cf. lemnae* foi catalogado em oito pontos (P2, P3, P4, P7, P9, P12, P14 e P15), *Monospilus* sp. (Nov) em dois (P3 e P4) e *O. thomseni* em três (P4, P38 e P41), totalizando 10 pontos amostrais de ocorrência com valores de densidade reduzidos para as três espécies (<40 ind.m³ em toda área amostrada).

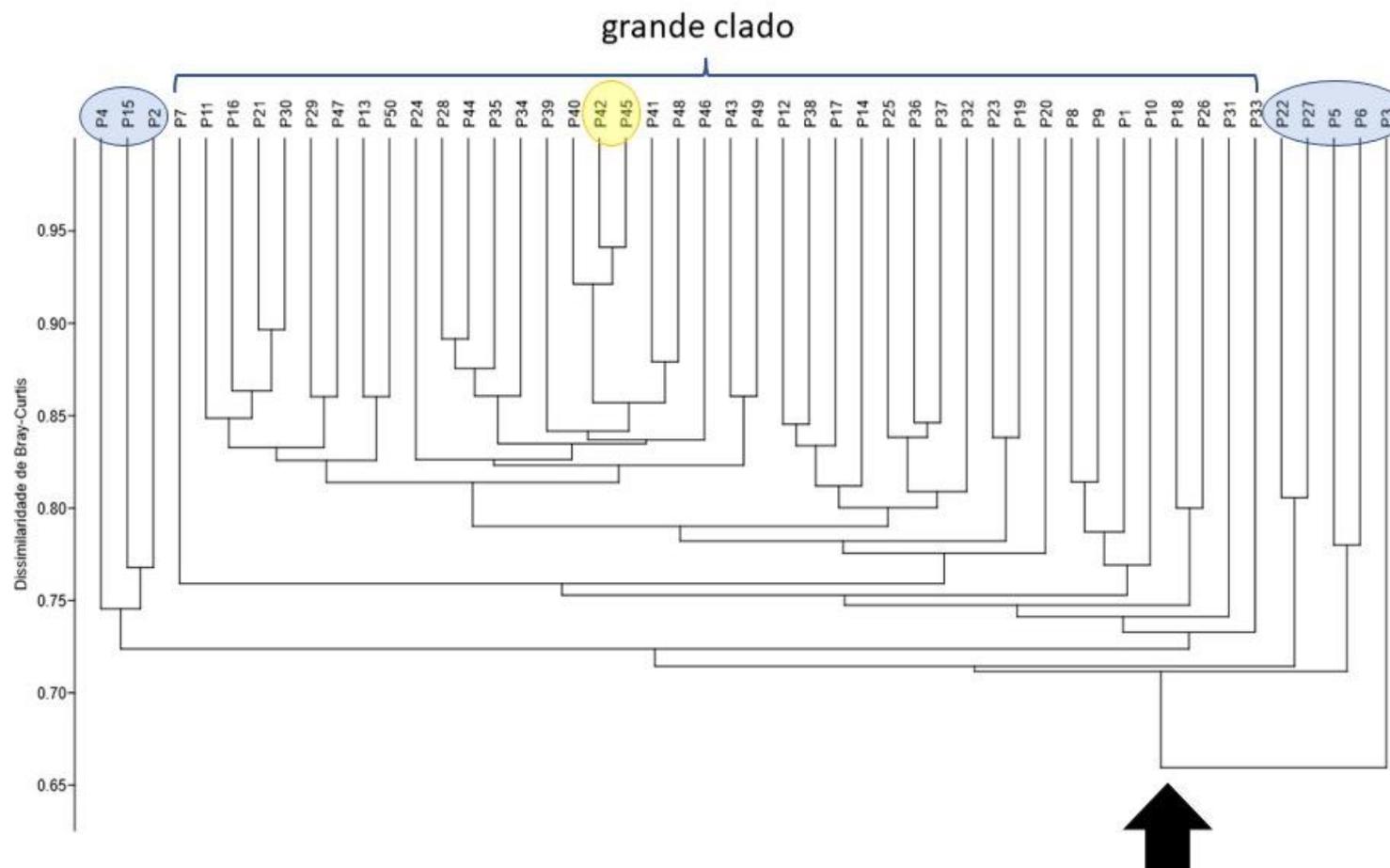
Esses novos registros devem ser tratados com cautela, por mais que o zooplâncton seja considerado cosmopolita ainda existem grandes vazios nos mapas de distribuição, o que dificulta a identificação de espécies endêmicas. Até o momento, sabe-se que os endemismos são mais aceitos para Cladocera e Copepoda (PERBICHE-NEVES *et al.*, 2012). Além disso, dentre os grupos zooplanctônicos Cladocera e Copepoda são mais sensíveis que Rotifera, o que reforça a importância ecológica e taxonômica dos novos registros aqui apresentados para ambos os grupos (CALMANO & FÖRSTNER 1996; SIMÕES & SONODA, 2009; GUTIERREZ *et al.*, 2012; DE CARLI *et al.*, 2018; DINIZ, 2017). Com base no exposto, considera-se de extrema importância apresentar a matriz de distribuição dessas espécies, alertando para maior atenção aos locais de ocorrência das mesmas. Conforme visualiza-se no (Anexo 6) com pontos de ocorrência destacados em amarelo, a distribuição dessas espécies se mostra mais concentrada nos pontos inseridos ao norte e na região central do lago, a exceção do P38 e P41 (mais ao sul) em que houve o registro do copépode *O. thomseni*.

Alerta-se também para a ocorrência da espécie exótica *kellicottia bostoniensis*, com registro em 46 dos 50 pontos monitorados, exceptuando-se os pontos P18, P26, P27 e P34.



Embora a espécie não tenha atingido a maior densidade, encontra-se espacialmente bem distribuída no lago Guaíba e considerando que as espécies exóticas invasoras representam a segunda maior causa global de perda de biodiversidade, com significativos impactos negativos aos ambientes onde se estabelecem (LEÃO *et al.*, 2011) as flutuações de *K. bostoniensis* devem ser monitoradas no lago Guaiba.

Figura 11: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo – outono, inverno, primavera e verão) entre os pontos amostrais para a comunidade zooplanctônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.



5.3.1. Variações na coluna d'água- parâmetros ecológicos

Na Tabela 10 segue a lista com todos os *taxa* zooplanctônicos inventariados nos três estratos monitorados (superfície, meio e fundo) com dados cumulativos das quatro campanhas, juntamente com os parâmetros ecológicos calculados. Embora a maior densidade cumulativa dos organismos tenha sido registrada no estrato meio (4.477.052 ind.m³), seguido da superfície (4.027.396 ind.m³) e fundo (3.229.906 ind.m³), de modo geral, o zooplâncton encontrou-se bem distribuído numericamente na coluna da água entre as três camadas avaliadas. Os dados obtiveram médias heterogêneas (Levene's; p=0,360) e, segundo o teste não-paramétrico *Kruskal-Wallis* as diferenças de densidade realmente não foram significativas entre os estratos da coluna d'água (H(chi²) = 0,869; p= 0,645).

Essa alta semelhança na estrutura da comunidade é corroborada também pela análise de similaridade na composição (> 80%), apresentada abaixo (Figura 12) e pelo teste não-paramétrico *Kruskal-Wallis* que evidencia que a riqueza também não variou estatisticamente entre os estratos (H(chi²) = 0,605; p= 0,735). Como pode ser observado na Tabela 10, os valores de riqueza foram muito similares entre si, indicando homogeneidade do zooplâncton ao longo da coluna d'água.

Pequenas variações foram notadas entre os *taxa* identificados, pois grande parte (47 *taxa*), incluindo as fases imaturas de Copepoda, obtiveram maiores densidades na superfície, a exemplo do rotífero exótico *kellicottia bostoniensis*, do cladóceros *Moina minuta* e das fases imaturas de Copepoda (copepodito de Cyclopoida e náuplio de Calanoida). Em seguida, 37 *taxa* atingiram as maiores densidades no estrato meio, como o rotífero *Polyarthra* sp. e o cladóceros *Diaphanosoma birgei*. Já no estrato fundo, somam-se 33 *taxa* que apresentaram maior densidade nesse estrato, por exemplo, os rotíferos *Ptygura* sp. e *Lecane unguolata* e o copépode Cyclopoida *Thermocyclops minutus* e Calanoida *Notodiaptomus incompositus*.

Por fim, 12 *taxa*, que alcançaram baixas densidades no somatório geral das campanhas (< 60 ind.m³) igualaram o número de indivíduos amostrados entre dois ou mais estratos. É o caso do cladóceros *Macrothrix elegans* que somou 3 ind.m³ em cada um dos três estratos avaliados e do copépode *Tropocyclops* sp. que atingiu 7 ind./m³ na superfície e fundo da coluna d'água. Na Tabela 10 abaixo é possível visualizar os *taxa* que apresentaram valores identificados de densidade entre as camadas, pois foram assinalados com um "X" em

mais de um estrato da coluna d'água. Com base no exposto, quanto à distribuição vertical do zooplâncton, os resultados evidenciam que os *taxa* catalogados apresentaram-se bem distribuídos qualitativamente e quantitativamente ao longo dos estratos analisados, porém com alguns *taxa* obtendo maior densidade em determinada camada.

Em relação aos demais parâmetros ecológicos analisados (diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) obtidos entre os estratos, é notório que os índices alcançaram valores muito similares entre si. A diversidade foi superior a 2,000 nos três estratos, sendo ligeiramente superior no meio da coluna d'água, com H' : 2,570. Do mesmo modo, observam-se valores medianos para equitabilidade, com valores similares entre si, com J variando entre 0,544 no estrato meio a 0,556 no fundo da coluna d'água. Por fim, os valores de *Berger-Parker* sugerem baixa dominância entre os estratos, oscilando entre $D=0,201$ no fundo a $D= 0,273$ na superfície (Tabela 10).

Tabela 10: Lista dos *taxa* zooplancônicos observados por estratos (superfície, meio e fundo), acumulado das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) do levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS – Sendo os estratos: S – superfície M – meio e F: fundo.

TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
CILIOPHORA											
sp.1	87.797	2,18%	155.253	3,47%	144.130	4,46%	387.180	3,30%		X	
AMOEBOZOA											
<i>Arcella</i> sp.	6.670	0,17%	9.910	0,22%	7.453	0,23%	24.033	0,20%		X	
<i>Arcella dentata</i> (Ehrenberg, 1838)	243	0,01%	0	0,00%	20	0,00%	263	0,00%	X		
<i>Arcella gandalfi</i> (Féres et al, 2016)	0	0,00%	103	0,00%	0	0,00%	103	0,00%		X	
<i>Arcella megastoma</i> (Penard, 1902)	37	0,00%	30	0,00%	233	0,01%	300	0,00%			X
<i>Centropyxis</i> sp.	3.123	0,08%	3.570	0,08%	8.970	0,28%	15.663	0,13%			X
<i>Cyclopyxis</i> sp.	37	0,00%	23	0,00%	190	0,01%	250	0,00%			X
<i>Diffugia</i> sp.	196.797	4,89%	265.543	5,93%	92.220	2,86%	554.560	4,73%		X	
<i>Diffugia urceolata</i> (Deflandre, 1926)	0	0,00%	0	0,00%	27	0,00%	27	0,00%			X
<i>Netzelia</i> sp.	87	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	87	0,00%	X		
<i>Pyxidicula</i> sp.	1.107	0,03%	583	0,01%	373	0,01%	2.063	0,02%	X		
CERCOZOA											
<i>Eughypha</i> sp.	53	0,00%	67	0,00%	40	0,00%	160	0,00%		X	
ROTIFERA											
<i>Ascomorpha</i> sp.	3.007	0,07%	4.337	0,10%	2.870	0,09%	10.213	0,09%		X	
<i>Asplanchna</i> sp.	23	0,00%	57	0,00%	0	0,00%	80	0,00%		X	

TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	X		
<i>Asplanchna sieboldii</i> (Leydig, 1854)	3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	X		
<i>Beauchampiella</i> sp.	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	7	0,00%	X		X
<i>Bdelloidea</i> sp.1	5.170	0,13%	4.143	0,09%	5.250	0,16%	14.563	0,12%			X
<i>Brachionus</i> sp.	66.443	1,65%	56.677	1,27%	53.690	1,66%	176.810	1,51%	X		
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	83	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	83	0,00%	X		
<i>Brachionus caudatus</i> (Barrois & Daday, 1894)	53	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	53	0,00%	X		
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)	27.780	0,69%	26.247	0,59%	38.853	1,20%	92.880	0,79%			X
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	260	0,01%	360	0,01%	63	0,00%	683	0,01%		X	
<i>Cephalodella</i> sp.	823	0,02%	193	0,00%	210	0,01%	1.227	0,01%	X		
<i>Colurella</i> sp.	317	0,01%	47	0,00%	0	0,00%	363	0,00%	X		
<i>Conochilus coenobasis</i> (Skorikov, 1914)	3	0,00%	0	0,00%	23	0,00%	27	0,00%			X
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	627	0,02%	480	0,01%	57	0,00%	1.163	0,01%	X		
<i>Dicranophorus</i> sp.	0	0,00%	0	0,00%	30	0,00%	30	0,00%			X
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	10	0,00%	87	0,00%	3	0,00%	100	0,00%		X	
<i>Encentrum</i> sp.	0	0,00%	7	0,00%	3	0,00%	10	0,00%		X	
<i>Epiphanes</i> sp.	47	0,00%	10	0,00%	70	0,00%	127	0,00%			X
<i>Euchlanis</i> sp.	837	0,02%	363	0,01%	10	0,00%	1.210	0,01%	X		
<i>Filinia</i> sp.	20.047	0,50%	21.217	0,47%	28.703	0,89%	69.967	0,60%			X
<i>Filina opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	30	0,00%	33	0,00%	0	0,00%	63	0,00%		X	
<i>Gastropus</i> sp.	1.027	0,03%	533	0,01%	33	0,00%	1.593	0,01%	X		



TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Hexarthra</i> sp.	52.163	1,30%	44.157	0,99%	41.017	1,27%	137.337	1,17%	X		
<i>Itura</i> sp.	93	0,00%	120	0,00%	0	0,00%	213	0,00%		X	
<i>kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	8.807	0,22%	6.900	0,15%	6.137	0,19%	21.843	0,19%	X		
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)	33.493	0,83%	45.097	1,01%	25.637	0,79%	104.227	0,89%		X	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	243.800	6,05%	284.137	6,35%	220.280	6,82%	748.217	6,38%		X	
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)	27.360	0,68%	33.243	0,74%	24.070	0,75%	84.673	0,72%		X	
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	426.050	10,58%	464.333	10,37%	370.040	11,46%	1.260.423	10,74%		X	
<i>Lecane</i> sp.	21.970	0,55%	9.233	0,21%	2.993	0,09%	34.197	0,29%	X		
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	403	0,01%	393	0,01%	233	0,01%	1.030	0,01%	X		
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	23	0,00%	220	0,00%	3	0,00%	247	0,00%		X	
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	377	0,01%	163	0,00%	87	0,00%	627	0,01%	X		
<i>Lecane cf. inermis</i> (Bryce, 1892)	0	0,00%	0	0,00%	23	0,00%	23	0,00%			X
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	0	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%		X	
<i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)	0	0,00%	0	0,00%	27	0,00%	27	0,00%			X
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	30	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	30	0,00%	X		
<i>Lecane ungulata</i> (Gosse, 1887)	1.960	0,05%	2.447	0,05%	6.050	0,19%	10.457	0,09%			X
<i>Lepadella</i> sp.	727	0,02%	1.497	0,03%	427	0,01%	2.650	0,02%		X	
<i>Lophocharis</i> sp.	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
<i>Macrochaetus</i> sp.	0	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%		X	
<i>Monommata</i> sp.	93	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	97	0,00%	X		
<i>Mytilina</i> sp.	20	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	20	0,00%	X		

TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Notommata</i> sp.	83	0,00%	7	0,00%	30	0,00%	120	0,00%	X		
<i>Platonus patulus</i> (Daday, 1786)	597	0,01%	300	0,01%	70	0,00%	967	0,01%	X		
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	387	0,01%	813	0,02%	160	0,00%	1.360	0,01%		X	
<i>Ploesoma</i> sp.	66.390	1,65%	61.410	1,37%	40.913	1,27%	168.713	1,44%	X		
<i>Polyarthra</i> sp.	863.427	21,44%	949.177	21,20%	528.127	16,35%	2.340.730	19,95%		X	
<i>Pompholyx</i> sp.	33.427	0,83%	34.100	0,76%	24.863	0,77%	92.390	0,79%		X	
<i>Ptygura</i> sp.	8.790	0,22%	8.827	0,20%	17.030	0,53%	34.647	0,30%			X
<i>Proales</i> sp.	0	0,00%	723	0,02%	3	0,00%	727	0,01%		X	
<i>Proales</i> sp.2	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
<i>Synchaeta</i> sp.	367.723	9,13%	429.217	9,59%	104.693	3,24%	901.633	7,68%		X	
<i>Testudinella</i> sp.	193	0,00%	183	0,00%	53	0,00%	430	0,00%	X		
<i>Trichocerca</i> sp.	34.963	0,87%	33.763	0,75%	23.840	0,74%	92.567	0,79%	X		
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jennings, 1903)	117.540	2,92%	145.313	3,25%	166.597	5,16%	429.450	3,66%			X
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	2.973	0,07%	2.360	0,05%	1.297	0,04%	6.630	0,06%	X		
<i>Trichotria</i> sp.	70	0,00%	57	0,00%	3	0,00%	130	0,00%	X		
ARTHROPODA											
Cladocera											
<i>Alona</i> sp.	7	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	X		
<i>Alona</i> cf. <i>guttata</i> (Sars, 1862)	0	0,00%	10	0,00%	3	0,00%	13	0,00%		X	
<i>Alona yara</i> (Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010)	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	X	X	X
<i>Alonella dadayi</i> (Birge, 1910)	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	X	X	X



TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Anthalona</i> sp.	7	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	13	0,00%	X		
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1776)	7.880	0,20%	7.473	0,17%	4.367	0,14%	19.720	0,17%	X		
<i>Bosminopsis deitersi</i> (Richard, 1895)	34.867	0,87%	32.537	0,73%	34.387	1,06%	101.790	0,87%	X		
<i>Camptocercus</i> sp.	7	0,00%	13	0,00%	0	0,00%	20	0,00%		X	
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	627	0,02%	433	0,01%	267	0,01%	1.327	0,01%	X		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> (Sars, 1885)	0	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%		X	
<i>Chydorus</i> sp.	20	0,00%	160	0,00%	13	0,00%	193	0,00%		X	
<i>Chydorus pubescens</i> (Sars, 1901)	0	0,00%	7	0,00%	7	0,00%	13	0,00%		X	X
<i>Coronatella</i> sp.	217	0,01%	107	0,00%	120	0,00%	443	0,00%	X		
<i>Daphnia</i> sp.	110	0,00%	117	0,00%	170	0,01%	396	0,00%			X
<i>Daphnia</i> sp.2	53	0,00%	33	0,00%	57	0,00%	143	0,00%			X
<i>Diaphanosoma</i> sp.	350	0,01%	17	0,00%	7	0,00%	373	0,00%	X		
<i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981)	4.657	0,12%	5.143	0,11%	2.427	0,08%	12.227	0,10%		X	
<i>Disparalona hamata</i> (Birge, 1879)	0	0,00%	3	0,00%	13	0,00%	17	0,00%			X
<i>Eurycercus</i> sp.	3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	X		
<i>Ilyocryptus spinifer</i> (Herrick, 1882)	47	0,00%	43	0,00%	23	0,00%	113	0,00%	X		
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)	3	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	X		
<i>Kurzia polyspina</i> (Hudec, 2000)	3	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	6	0,00%	X	X	
<i>Macrothrix elegans</i> (Sars, 1901)	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	X	X	X
<i>Macrothrix squamosa</i> (Sars, 1901)	33	0,00%	50	0,00%	33	0,00%	116	0,00%		X	
<i>Moina minuta</i> (Hansen, 1899)	67.807	1,68%	63.829	1,43%	58.913	1,82%	190.549	1,62%	X		

TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Monospilus</i> sp. (nov)	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	7	0,00%	X		X
<i>Nicsmirnovius</i> sp.	0	0,00%	0	0,00%	10	0,00%	10	0,00%			X
<i>Ovalona</i> sp.	210	0,01%	173	0,00%	103	0,00%	487	0,00%	X		
<i>Pleuroxus</i> sp.	13	0,00%	23	0,00%	100	0,00%	137	0,00%			X
<i>Pseudomoina</i> cf. <i>lemanae</i>	17	0,00%	7	0,00%	17	0,00%	40	0,00%	X		X
<i>Scapholeberis armata</i> (freyi & Pensaert, 1983)	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
<i>Simocephalus</i> sp.	17	0,00%	20	0,00%	20	0,00%	57	0,00%		X	X
COPEPODA											
Cyclopoida											
Náuplio	501.177	12,44%	580.230	12,96%	348.237	10,78%	1.429.643	12,18%			X
Copepodito	250.017	6,21%	217.010	4,85%	177.507	5,50%	644.533	5,49%	X		
<i>Acanthocyclops</i> sp.	19.007	0,47%	12.387	0,28%	13.517	0,42%	44.910	0,38%	X		
<i>Eucyclops</i> sp.	7	0,00%	10	0,00%	137	0,00%	153	0,00%			X
<i>Mesocyclops</i> sp.	13	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	17	0,00%	X		
<i>Metacyclops</i> sp.	13	0,00%	7	0,00%	0	0,00%	20	0,00%	X		
<i>Microcyclops</i> sp.	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	7	0,00%	X		X
<i>Oithona</i> sp.	60	0,00%	257	0,01%	0	0,00%	317	0,00%		X	
<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thomson, 1882)	30	0,00%	20	0,00%	37	0,00%	87	0,00%			X
<i>Thermocyclops</i> sp.	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	23	0,00%	87	0,00%	1.777	0,06%	1.887	0,02%			X
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	137	0,00%	1.393	0,03%	810	0,03%	2.340	0,02%		X	



TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE				
		%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
<i>Tropocyclops</i> sp.	7	0,00%	3	0,00%	7	0,00%	17	0,00%	X		X
CALANOIDA											
Náuplio	62.797	1,56%	58.810	1,31%	32.453	1,00%	154.060	1,31%	X		
Copepodito	48.000	1,19%	56.203	1,26%	48.073	1,49%	152.277	1,30%		X	
<i>Argyrodiaptomus</i> cf. <i>falcifer</i> (Daday, 1905)	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
<i>Notodiptomus</i> sp.	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	X	X	X
<i>Notodiptomus anisitsi</i> (Daday, 1905)	0	0,00%	3	0,00%	10	0,00%	13	0,00%			X
<i>Notodiptomus incompositus</i> (Brian, 1925)	8.843	0,22%	8.480	0,19%	11.980	0,37%	29.303	0,25%			X
<i>Notodiptomus spiniger</i> (Brian, 1925)	40	0,00%	20	0,00%	7	0,00%	67	0,00%	X		
<i>Odontodiptomus thomseni</i> (Brehm, 1933)	10	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	13	0,00%	X		
<i>Pseudodiptomus richardi</i> (Dahl, 1894)	1.157	0,03%	1.427	0,03%	3.170	0,10%	5.753	0,05%			X
HARPACTICOIDA											
Copepodito	97	0,00%	143	0,00%	107	0,00%	347	0,00%		X	
MOLLUSCA											
Larva de bivalve	282.510	7,01%	322.263	7,20%	502.737	15,57%	1.107.510	9,44%			X
CHORDATA											
<i>Pimelodus pintado</i> (larvas)	0	0,00%	0	0,00%	3	0,00%	3	0,00%			X
Ictioplâncton (ovos)	0	0,00%	3	0,00%	0	0,00%	3	0,00%		X	
PARÂMETROS ECOLÓGICOS – sem a contabilização das fases imaturas náuplios e copepoditos Cyclopoida e Calanoida											
DENSIDADE TOTAL (ind.m³)	4.027.396	34,32%	4.477.052	38,15%	3.229.906	27,53%	11.734.355				
RIQUEZA (S)	103		97		102		125				

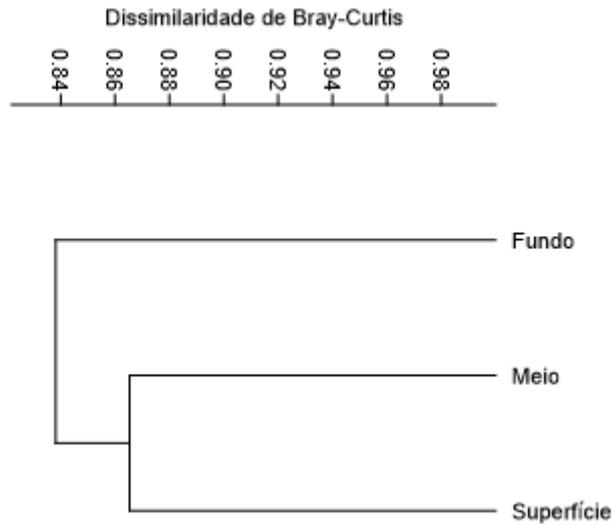
TAXA	ESTRATOS						MAIOR DENSIDADE			
	%	MEIO	%	FUNDO	%	DENSIDADE TOTAL	%	S	M	F
DIVERSIDADE (H')	2,525	2,489		2,570		2,551				
EQUITABILIDADE (J)	0,545	0,544		0,556		0,528				
BERGER-PARKER (D)	0,273	0,266		0,201		0,250				

5.3.1. Composição – dissimilaridade de *Bray-Curtis* por estratos da coluna d'água

A similaridade calculada cumulativamente (outono, inverno, primavera e verão) reforça a alta semelhança entre os três estratos, com percentuais acima de 80% em todos os pareamentos. Em contrapartida, nota-se conforme o dendrograma abaixo, que o estrato fundo é ordenado separadamente, indicando que este possui uma composição menos similar em relação a superfície e o meio da coluna d'água, entretanto o resultado obtido ainda é alto, sendo calculada 84% de similaridade entre a superfície e o fundo e entre o meio e o fundo. Já no pareamento superfície e meio da coluna d'água o percentual é ainda mais elevado, com 87% de semelhança na composição entre os estratos (Figura 12).

Esta alta similaridade se dá em razão do alto compartilhamento de *taxa* entre os estratos, visto que, a maioria dos organismos zooplanctônicos foram registrados nos três estratos investigados, com poucas diferenças, que decorrem principalmente da presença de organismos raros nas amostragens, com ocorrência em somente um ponto amostral e estrato da coluna d'água, a exemplo do rotífero *Asplanchna priodonta*, catalogado apenas no ponto P20 e no estrato superfície, e da ameba testácea *Diffflugia urceolata* encontrada apenas no P5 no estrato fundo. Com base no exposto e considerando o ciclo sazonal avaliado confirma-se um padrão homogêneo de distribuição do zooplâncton entre os estratos da coluna d'água no lago Guaíba (Figura 12).

Figura 12: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo das estações outono, inverno, primavera e verão) entre os estratos superfície, meio e fundo da coluna d'água para a comunidade zooplancônica inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.



5.3.1. Discussão

Para a área de estudo que objetiva o licenciamento da dragagem de areia do Lago Guaíba, foram catalogados, considerando o cumulativo entre as quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) uma alta densidade e riqueza zooplancônica, com 11.734,355 indivíduos zooplancônicos por m³ distribuídos em 125 *taxa* mais as quatro fases imaturas de Copepoda Calanoida e Cyclopoida (náuplios e copepoditos).

A avaliação temporal do zooplâncton revelou diferenças significativas entre as estações avaliadas, tanto para a densidade quanto para a riqueza. A densidade foi superior no verão, com 5.616.193 ind.m³, seguido do outono, com 4.319.020 ind.m³, primavera, com 1.114.759 ind./m³ e por fim, o inverno com 684.383 ind.m³, ou seja, o valor atingido no verão, correspondeu a quase 50% do total de organismos contabilizados no lago Guaíba nesse ciclo sazonal avaliado.

Já para a riqueza, o maior valor foi encontrado na estação inverno, com 102 *taxa* identificados, seguido da primavera, com 87 *taxa*, do outono com 49 *taxa* e do verão com 45 *taxa*. É notório um aumento expressivo na riqueza acumulada à medida que contemplamos mais estações do ano, no cumulativo da primeira para segunda campanha foram acrescentados mais de 50 *taxa*, com adição de mais 13 *taxa* na primavera e 1 *táxon* no verão.

A menor densidade e maior riqueza encontrada no inverno era esperada, uma vez que durante o inverno (máximo pluviométrico na região) ocorre o carreamento de espécies de ambientes adjacentes para o leito do Lago Guaíba (BORGES & PEDROZO, 2009), refletindo numa maior riqueza zooplanctônica. Ao mesmo tempo, a menor densidade do zooplâncton no inverno é comum, devido ao efeito de diluição ocasionado pelas chuvas e pela redução da temperatura da água que reduz a taxa de reprodução das espécies zooplanctônicas (BORGES & PEDROZO, 2009; NADAI & HENRY, 2009; SOUZA, 2012). Resultado similar foi encontrado por Nadai & Henry (2009) que demonstrou que o pulso de inundação pelo curso de água ocasionou uma redução na densidade total do zooplâncton associado a um aumento substancial na riqueza.

Ainda, no inverno houve uma maior prevalência de *taxa* litorâneos, que habitam geralmente a porção mais rasa dos lagos, associados preferencialmente a vegetação aquática (VADEBONCOEUR *et al.*, 2002; CABRAL, 2015), a exemplo, de *Diffugia* sp., além de diversos representantes dos rotíferos, cladóceros e copépodes, como *Lecane* sp. *Notommata* sp. *Ilyocryptus spinifer*, *Karualona muelleri*, *Monospilus* sp. (nov), *Macrothrix elegans*, *Macrothrix squamosa*, *Paracyclops chiltoni*, entre outros *taxa* (LANSAC-TÔHA *et al.*, 2001; SOUSA & ELMOOR-LOUREIRO, 2008; BRAGHIN, 2019). A ocorrência de tais gêneros e espécies no lago pode ter sido favorecida pela presença de macrófitas flutuantes registradas durante as coletas de inverno (Foto 36), e contribuíram para o aumento da riqueza zooplanctônica nessa estação. De fato, Alves (2015) cita que durante o período de chuvas e grande vazão no lago Guaíba, como os que antecederam as coletas de inverno (INMET, 2021) é possível encontrar diversas macrófitas, que são visualizadas como verdadeiras “ilhas flutuantes”.

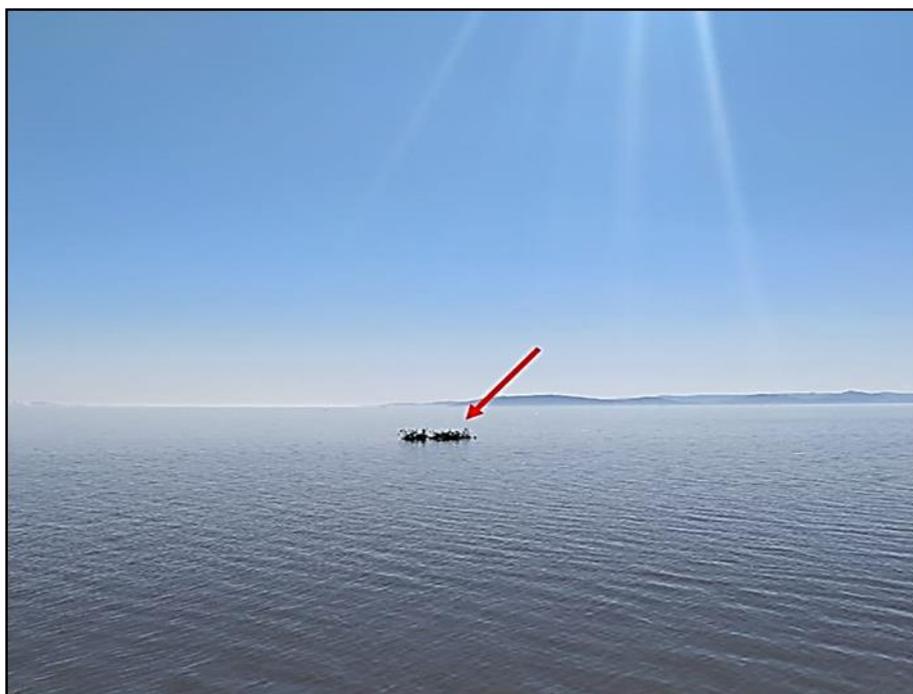


Foto 36: Macrófitas flutuantes observadas durante o inverno na área amostrada

A menor densidade zooplanctônica encontrada no verão também era esperada, já que durante o período de seca, de forma contrária ao inverno, não ocorre o efeito de diluição advindo das chuvas, o que faz com que os organismos permaneçam restritos a calha principal do interior dos lagos, de fato, a baixa profundidade na coluna d'água registrada no verão reforça essa hipótese. Além disso, no verão, período de menor precipitação, a conectividade entre os ambientes tende a ser reduzida, bem como a intensidade de troca de *taxa*, ocasionando também uma menor riqueza do zooplâncton (LANSAC-TÔHA *et al.*, 2004; NADAI & HENRY, 2009).

No que tange aos demais parâmetros ecológicos sazonais, nota-se maior diversidade e equitabilidade e baixa dominância para o verão, embora a estação deteve alta densidade e menor riqueza, houve uma distribuição mais homogênea dos *taxa* catalogados, refletindo em melhores índices para a estação. Em contrapartida, a primavera foi a menos diversa e equitável, em razão da elevada dominância das larvas de Bivalve, que atingiram 70% do total de indivíduos contabilizados. Por fim, os índices do outono e inverno foram similares entre si, com valores medianos para ambas as estações.

O Filo mais representativo em termos de densidade e riqueza acumulada foi Rotifera, que perpez 58% do total de indivíduos quantificados e representou quase 50% da riqueza inventariada, com 59 *taxa* identificados. Em três das quatro estações avaliadas Rotifera foi dominante, embora com oscilações na densidade relativa entre os gêneros, por exemplo, no outono, houve predomínio de *Polyarthra* sp., no inverno de *Synchaeta* sp. e no verão de *Keratella tropica*.

A maior prevalência do Filo Rotifera, tanto em densidade quanto em riqueza, é um padrão recorrente na maioria dos ecossistemas aquáticos continentais, uma vez que, são reconhecidos por serem organismos oportunistas e por se adaptarem bem em ambientes com diferentes condições físicas, químicas e biológicas (SERAFIM-JÚNIOR *et al.*, 2006; SERAFIM-JUNIOR *et al.*, 2010). Devido a isso, tendem a dominar nos ambientes aquáticos, principalmente após as alterações ambientais, sendo, portanto, favorecidos em relação aos demais grupos zooplanctônicos (SABRI, 1988; SERAFIM-JÚNIOR *et al.*, 2006; PORTINHO, 2011). Além do mais, os rotíferos se alimentam principalmente de bactérias e detritos, abundantes em ambientes eutrofizados (GOMES, 2013), o que está de acordo com trabalhos anteriores que apontam eutrofização para o Lago Guaíba (FEPAM, 2020), bem como, corrobora com a maior representatividade numérica de Rotifera para a região (BORGES & PEDROZO, 2009).

Em suma, os *taxa* mais representativos no cumulativo do ciclo sazonal avaliado foram os rotíferos *Polyarthra* sp., com 19,95%, os náuplios de Copepoda Cyclopoida, com 12,18 % e *Keratella tropica* sp. com 10,74% de contribuição para a densidade total, sendo os dois primeiros catalogados em todos os pontos monitorados. Esses dois gêneros de Rotifera (*Polyarthra* sp. e *Keratella* sp.) são reconhecidos por habitarem preferencialmente a porção pelágica dos lagos, geralmente mais profunda e sem contato direto com as margens (BRAGHIN, 2019), e juntamente com os náuplios de Cyclopoida, já foram anteriormente reportados em maiores densidades na região, (BORGES & PEDROZO, 2009), sugerindo que esses *taxa* se encontram bem adaptados as condições locais do Lago Guaíba.

O gênero *Polyarthra* é frequentemente encontrado em lagos de todo o mundo, sendo que a sua maior densidade nos ecossistemas aquáticos pode estar relacionada com a capacidade de selecionar as partículas a serem ingeridas (BOGDAN, 1980; BORGES & PEDROZO, 2009; SANTOS, 2010) o que lhes confere vantagem sobre outros gêneros de rotíferos. Já o gênero *Keratella* sp. é considerado como “generalista”, podendo se alimentar de amplo espectro de células flageladas e aflageladas, além de detritos. Ainda,

Keratella tropica, tem sido mencionada na literatura como indicadora ambiental, uma vez que tendem a dominar em ambientes poluídos (ELER *et al.*, 2003; VITORIO, 2006; DE CARLI *et al.*, 2018).

A quarta maior densidade foi das larvas de Bivalve, que perfizeram 9,44% do total acumulado, com registro em todos os pontos. Em suma, acredita-se que a alta densidade registrada seja atribuída as duas espécies de molusco bivalve exóticos e muito abundantes no lago Guaíba, *Limnoperna fortunei* (Mexilhão-dourado) e *Corbicula flumínea* (berbigão-asiático), que devido à alta similaridade morfológica entre ambas (SANTOS, 2004; SANTOS *et al.*, 2005) não foram identificadas em nível específico. Como citado acima, a primavera deteve a maior densidade das larvas de bivalve e a maior representatividade numérica desses organismos nessa estação já era esperada, embora o ciclo reprodutivo de ambas as espécies seja contínuo ao longo do ano, na primavera é comum que ocorram picos de densidade alta (SANTOS, 2004; MARTINS *et al.*, 2006), já relatado anteriormente no lago Guaíba para o mexilhão-dourado, inclusive em outubro (SANTOS, 2004), mesmo mês que ocorreram as coletas da primavera.

Em seguida, o gênero de rotífero *Synchaeta* sp. deteve a quinta maior densidade acumulada, com 7,68% do total. Estudos tem indicado que o gênero é bem adaptado a uma ampla faixa de condições ambientais, com populações atingindo maiores densidades em temperaturas menores (<16°C) (STELZER, 1998; ROUGIER, 2000; VOLTOLINI *et al.*, 2005) o que está de acordo com as temperaturas médias da água registrada no outono (15,7°C) e inverno (14°C), período em que houveram maiores densidade do mencionado gênero.

Aqui cabe evidenciar a ocorrência da espécie exótica *kellicottia bostoniensis*, registrado no inverno e primavera. Em ambas as campanhas a espécie ocorreu em mais de 50% dos pontos monitorados, com registro em 46 dos 50 pontos no inverno, exceptuando-se os pontos P18, P26, P27 e P34 e em 27 pontos na primavera. Embora a espécie não seja a detora da maior densidade, bem como não foi registrada em todas as estações do ano, é importante alertar que a mesma se encontra bem distribuída espacialmente na região monitorada.

A espécie *K. bostoniensis* é originária da América do Norte e considerada invasoras em diversos continentes, é reconhecida por ser uma espécie oportunista e capaz de tolerar distintas condições ambientais, além de competir por recursos com espécies nativas, podendo levar ao desequilíbrio na dinâmica da comunidade zooplânctônica (PEIXOTO *et*

al., 2010; BOM-FIM *et al.*, 2015; MMA, 2016; DE-CARLI & MANZI-DE CARLI, 2017). Essa espécie é comumente amostrada em ambientes eutrofizados e tende a apresentar maior densidade após o período de chuvas ou ainda de forma errática (LANDA *et al.*, 2008; MMA, 2016). Este fato pode justificar a presença dessa espécie exclusivamente na campanha de inverno e primavera, período de maior precipitação na região (INMET, 2021).

Em geral, a maioria dos *taxa* catalogados no Lago Guaíba durante esse levantamento são comumente observados nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, inclusive já inventariados para a região (BORGES & PEDROZO, 2009). Além de *Polyarthra*, *K. tropica* e *Synchaeta* já mencionados, podemos citar também os gêneros de rotíferos *Trichocerca* sp. e *Ploesoma*, os cladóceros *Bosmina longirostris* e *Bosminopsis deitersi* e os copépodes do gênero *Termocyclops* sp. (BORGES & PEDROZO, 2009), sendo a composição zooplanctônica condizente com o esperado para ambientes lênticos (BORGES & PEDROZO, 2009; DE CARLI *et al.*, 2018),

No que concerne a distribuição geográfica, em suma, sabe-se que o zooplâncton é considerado de ampla distribuição geográfica (IUCN, 2013; MMA, 2018), sendo em sua maioria neotropicais ou cosmopolitas, em contrapartida, dentre os grupos zooplanctônicos o cosmopolismo é mais aceito para o Filo Rotifera, uma vez que são organismos oportunistas, possuem menor tamanho corpóreo, curto ciclo de vida, bem como, são mais facilmente dispersados quando comparado com os demais grupos zooplanctônicos (Cladocera e Copepoda) (FREIRY, 2019; FREIRY *et al.*, 2020). Ao mesmo tempo a identificação de endemismos é dificultada pelos grandes vazios nos mapas de distribuição do zooplâncton brasileiro, embora alguns estudos já evidenciam a existência de espécies com distribuições restritas (PERBICHE- NEVES *et al.*, 2011; PERBICHE-NEVES *et al.*, 2012; FREIRY *et al.*, (no prelo); SOUSA *et al.*, 2020). Segundo Perbiche-Neves *et al.* (2012) em grande parte do território brasileiro, possivelmente serão encontradas espécies novas, principalmente em regiões intocadas, como áreas de preservação.

De fato, os resultados apresentados nesse levantamento reforçam essa hipótese, uma vez que, durante a campanha de inverno e primavera, foi amostrado o copépode Calanoida aparentemente raro *Odontodiaptomus thomsoni*. Essa espécie já foi incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas (IUCN), no entanto, devido à falta de estudos foi classificada como dados insuficientes. A sua ocorrência no lago correspondente ao primeiro registro para o Brasil e o terceiro desde que esta espécie foi descrita por Brehm (1933). Esta espécie planctônica foi encontrada algumas vezes no Uruguai e na Argentina,

com primeiro registro no Lago Guaíba em 2018 (FREIRY *et al.*, in press). No cumulativo desse levantamento, *Odontodiptomus thomsoni* foi amostrado em baixa densidade, apenas nos pontos P04, P38 e P41, totalizando 13 ind. m³.

Adicionalmente, também foi amostrada na campanha de inverno a espécie de Cladocera *Pseudomoina cf. lemnae*, única espécie do gênero, com distribuição restrita apenas para o sudeste da Austrália (SMIRNOV & TIMMS, 1983; SMIRNOV, 1992) e mais recentemente registrada para o Lago Guaíba (ARVUT, 2020). Essa espécie foi encontrada em oito pontos (P2, P3, P4, P7, P9, P12, P14 e P15), alcançado 40 ind. m³. Ainda correspondente aos dados do inverno, foi amostrada uma nova espécie de Cladocera em descrição *Monospilus sp. (nov)*, coletada pela primeira vez no Lago Guaíba em 2018 (SOUSA *et al.*, 2020), nesse levantamento, essa espécie foi amostrada nos pontos P3 e P4, em baixa densidade, com apenas 7 ind. m³. Com base no exposto, esse levantamento possibilitou o registro de espécies de grande relevância para a ciência, o que amplia o conhecimento taxonômico e ecológico do zooplâncton, na perspectiva local (lago Guaíba), bem como, contribuindo para reduzir os vazios nos mapas de distribuição do zooplâncton brasileiro.

Quanto aos demais *taxa* que merecem destaque, cabe citar a espécie de Copepoda Calanoida *Pseudodiptomus richardi*, catalogado nas quatro estações, com registro em quase todos os pontos. Embora tal espécie seja reconhecida por habitar estuários tropicais e subtropicais, inclusive com a ocorrência em todos os estuários brasileiros (ALMEIDA-PRADO & LANSAC-TÔHA, 1984; LOPES *et al.*, 1998), a mesma é classificada como eurialina, ou seja, capaz de suportar amplas variações de salinidade, o que explica a sua ocorrência no lago Guaíba. (MONTÚ & GOEDEN, 1986; KAMINSKI *et al.*, 2009). Ressalta-se que essa espécie já foi catalogada na Laguna dos Patos, sendo muito comum nos períodos de vazante (MONTÚ & GOEDEN, 1986), o que também justifica sua amostragem no Lago Guaíba, visto que o mesmo é considerado praticamente uma extensão da laguna dos Patos (DMAE, 2019).

Ainda no que se refere a Copepoda, observamos um predomínio dos estágios iniciais do grupo, com registro das formas adultas em menores densidades. Sabe-se que o ciclo de vida dos copépodes é longo, comparativamente ao dos demais componentes do zooplâncton (Rotifera e Cladocera), o que os tornam suscetíveis a uma alta taxa de mortalidade antes de atingirem o estágio adulto, nesse sentido, as maiores densidades dos estágios iniciais funcionam como uma estratégia adaptativa, que compensa a alta mortalidade antes de alcançarem a fase adulta (PERBICHE-NEVES & SERAFIM-JÚNIOR,

2006; ALMEIDA *et al.*, 2009; DE-CARLI *et al.*, 2018; LANDA & CONCHETE, 2020). Dentre as fases, cabe destaque aos náuplios de Cyclopoida, que alcançaram 12,18% do total de organismos quantificados, ranqueando a 2ª maior densidade, o que condiz com o esperado, uma vez que o Cyclopoida é comumente abundante e apresenta maior sucesso nos ambientes aquáticos (HUYS & BOXSHALL, 1991).

Analisando os pontos de forma geral, os parâmetros de diversidade, equitabilidade e dominância demonstraram certa variação entre as localidades, indicando que a riqueza e densidade relativa da comunidade zooplanctônica varia espacialmente ao longo do lago Guaíba. De fato, os *taxa* mais dominantes, a exemplo do rotífero *Polyarthra* sp. e larvas de Bivalve obtiveram variações na densidade entre os pontos monitorados, de forma que os menores valores de diversidade e equitabilidade juntamente com as maiores dominâncias, foram alcançados nos pontos de predominância dos mencionados *taxa*, a exemplo do P19 em que *Polyarthra* sp. dominou numericamente e P3 e P4 em que foi encontrada altas densidades das larvas de Bivalve.

Ao mesmo tempo, é importante citar que a maioria dos pontos investigados alcançaram valores satisfatórios de diversidade ($H' > 2,000$), equitabilidade ($J > 0,500$) e dominância ($D < 0,500$), pois de fato, em geral, a densidade relativa por ponto não extrapolou os 50% para um único *táxon*. Em suma, o ponto de maior diversidade e equitabilidade e baixa dominância foi o P23, embora não seja o detentor da maior riqueza, o local obteve 48 *taxa* catalogados no cumulativo das quatro campanhas, ranqueando o 15º ponto mais rico.

No que se refere à similaridade cumulativa entre os pontos, os valores demonstraram altos níveis de semelhança na composição, sendo todos superiores a 50%, o que é comum para um sistema hídrico contínuo e com a distribuição dos pontos amostrais geograficamente pouco distantes. Os pontos de maior similaridade foram P42 e P45, com 94% de composição compartilhada entre ambas as localidades, já a menor similaridade obtêm-se entre o P4 e P27, com percentual ainda relevante de 58% de *taxa* compartilhados.

Entre os estratos avaliados, a densidade e a riqueza não variaram estatisticamente e os parâmetros ecológicos apresentaram poucas oscilações, e associado a alta similaridade (>80%) conclui-se que a distribuição vertical do zooplâncton na coluna d'água é homogênea no lago Guaíba. Essa maior uniformidade na estrutura da comunidade zooplanctônica, pode ter sido influenciada pelo processo de mistura, mais intenso em

ambientes rasos e com incidência de ventos, como os encontrados no Lago Guaíba (SEMA, 2016; SILVA, 2016). De fato, em corpos d'água rasos os processos horizontais são mais importantes que os verticais, e a coluna da água é comumente assumida como bem misturada, ou seja, com pouca ou nenhuma estratificação térmica (ROSMAN, 1989).

Ao mesmo tempo, ao avaliarmos a composição, nota-se que diversos *taxa* obtiveram a densidade cumulativa maior em uma determinada camada, ou ainda, ocorreram em apenas um dos estratos. Esse observado pode estar vinculado a reconhecida migração vertical diária dos organismos planctônicos, que migram em resposta às oscilações diárias nas variáveis ambientais dos ecossistemas aquáticos. Por sua vez, vários fatores, como parâmetros físico-químicos da água, competição por alimento, predação e presença de luz podem atuar conjuntamente determinando a presença em maior ou menor densidade em um determinado nicho na coluna da água (KEPPELER, 1999; PREVIATTELLI *et al.*, 2005; HAHN & VON ELERT, 2020).

De maneira geral, os resultados dos parâmetros físico-químicos (Tabela 2) não apresentaram valores prejudiciais ao desenvolvimento do zooplâncton, uma vez que estão em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005. Além disso, cabe ressaltar que outros fatores não quantificados também podem interferir na estrutura da comunidade zooplanctônica ao longo do tempo e espaço, como por exemplo, a predação e a competição (DOMIS *et al.*, 2013).

Perante os resultados encontrados no ciclo sazonal avaliado é possível apontar que a comunidade zooplantônica apresentou variações significativas na sua estrutura entre as estações avaliadas, com incremento de mais de 50 *taxa* entre as campanhas de outono e inverno e adição de mais 13 *taxa* na primavera e um *táxon* no verão. Em relação aos pontos amostrais, alerta-se para o registro de espécies aparentemente “raras” e que correspondem a novos registros para ciência em 10 dos 50 pontos monitorados (P2, P3, P4, P7, P9, P12, P14, P15, P38 e P41). Ademais, a composição da comunidade ao longo dos 50 pontos foi relativamente similar, sendo que as maiores diferenças denotam principalmente das oscilações de riqueza e densidade relativa dos *taxa* mais representativos numericamente.

Em suma, os dados primários aqui apresentados são satisfatórios, sendo que esse levantamento registrou 125 *taxa* em quatro amostragens, o que representa 72% da riqueza

esperada para a região monitorada, que conforme dados secundários (Anexo 7), há potencial de ocorrência de 174 *taxa* para o Lago Guaíba.

5.4. Macroinvertebrados bentônicos

Para o cumulativo das quatro campanhas realizadas (outono, inverno, primavera e verão) do presente diagnóstico, considerando-se o método padrão de coleta com draga, somaram-se 27.080 registros de macroinvertebrados aquáticos e, através das armadilhas de substrato artificial mais 524 organismos. No total somado obteve-se, portanto, 27.604 registros.

Dentre os grupos identificados, é possível observar que Bivalvia deteve 61% da densidade relativa acumulada entre as quatro campanhas, seguido por Gastropoda (28%) e Insecta (quase 10%). Já Annelida somando-se Oligochaeta e Hirudinea totalizou 1,5% enquanto Crustacea, apenas 0,01% do total já catalogado (Figura 13).

No que tange a riqueza acumulada de 27 *taxa* distribuídos em 03 filos (Annelida, Arthropoda e Mollusca) e 06 classes (Hirudinea, Oligochaeta, Bivalvia, Gastropoda, Crustacea e Insecta), Bivalvia seguido por Insecta e Gastropoda foram os mais representativos no cumulativo das quatro campanhas, atingindo, respectivamente, 37% (10 *taxa*), 30% (08 *taxa*) e 18,5% (05 *taxa*) da riqueza considerando-se o modelo relativo. Os quase 15% restantes corresponderam em ordem decrescente a Crustacea, com 7,4% (02 *taxa*) e, Oligochaeta e Hirudinea que obtiveram o registro de apenas 1 *táxon* (3,7%) cada (Figura 14).

Figura 13: Abundância relativa (%) acumulada da comunidade de macroinvertebrados bentônicos inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021-2022).

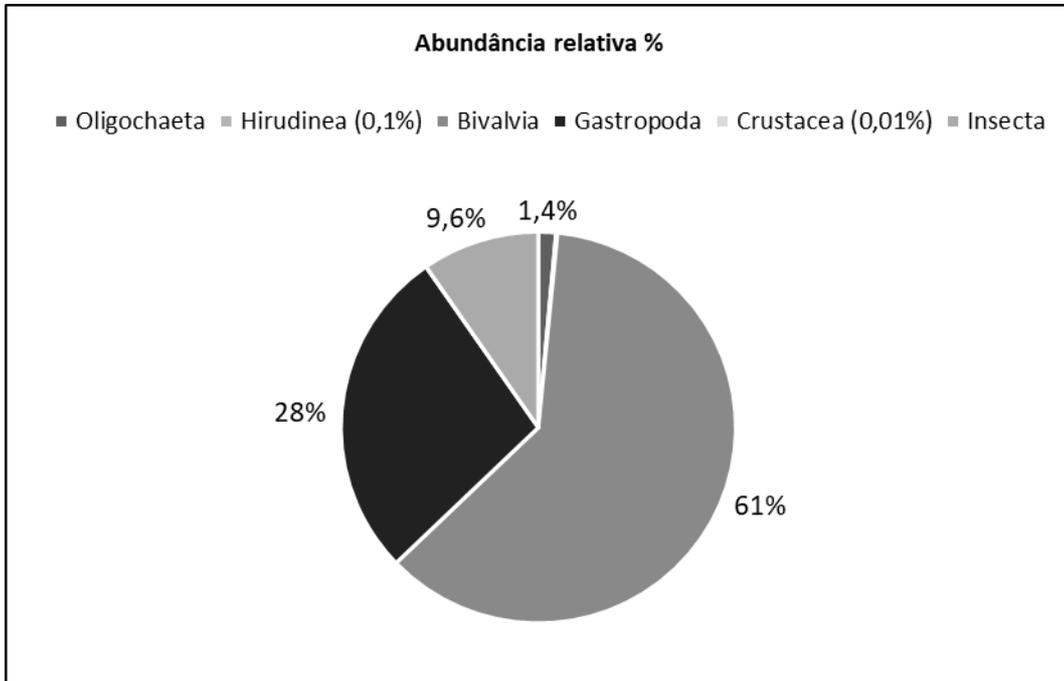
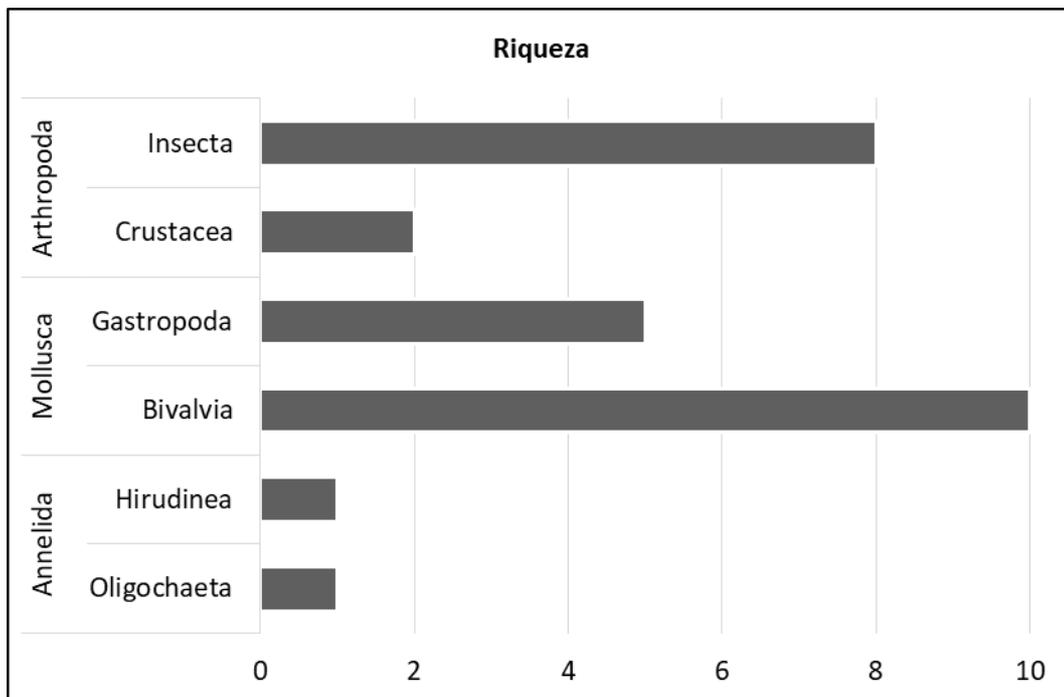


Figura 14: Riqueza acumulada da comunidade de macroinvertebrados bentônicos inventariada durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021-2022).



No cumulativo das quatro campanhas nota-se que os moluscos *Limnoperna fortunei*

(mexilhão-dourado, Foto 37), *Heleobia* sp. (Foto 38), e *Corbicula fluminea* (berbigão-asiático, Foto 39) dominaram numericamente no lago Guaíba, perfazendo respectivamente 37%, 25% e 22% da abundância relativa e participação, ainda relevante no cumulativo, do inseto pertencente a ordem Ephemeroptera, *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* (Foto 40) com outros 8%.

A efemeróptera *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* (Foto 40) é a única espécie catalogada para a família Ephemeridae no país. Após 50 anos sem registros formais para o sul do Brasil, Raimundi e Freitas (2019) apresentaram a redescoberta para a região e o seu primeiro registro para o Rio Grande do Sul com espécimes coletados na Estação Ecológica do Taim e na margem do Rio Guaíba, corroborando, portanto, a identificação dos espécimes coletados no presente estudo durante as quatro campanhas efetuadas e alertando para a importância deste registro que pode vir a contribuir com o conhecimento ecológico da espécie em nosso Estado e, principalmente na bacia do Guaíba.

Ainda na perspectiva da riqueza o padrão de distribuição manteve-se similar. O Filo Mollusca também se destacou dos demais, totalizando 11 (50%) dos 22 *taxa* registrados na C1 (outono), 12 *taxa* na C2 (inverno) e na C3 (primavera) e, 13 *taxa* na C4 (verão). Na C2 houve o incremento de *Castalia martensi* (Foto 41), na C3, do bivalve *Corbicula* (aff.) *fluminalis* (Foto 54) e o gastrópode jovem Ampullariidae (Foto 42) além de *Anodontites trapesialis* (Foto 43) na C4.

Do conjunto de *taxa* catalogados no cumulativo das quatro estações, 08 obtiveram ocorrência em mais de 50% dos pontos amostrais como observado na Tabela 11, dos quais se destacaram *C. fluminea* e *Heleobia* sp. com ocorrência nos 50 pontos, ou seja, em 100% da área amostrada, *Limnoperna fortunei* em 46 pontos (92%) e Oligochaeta em 38 (76%). Em contrapartida, 07 *taxa* estiveram presentes em um único ponto como *Anodontites trapesialis* no P23, *Hyalella curvispina* no P14 e Gomphidae no P6.

Cabe salientar ainda, que desde a C2 foram realizadas às buscas para coleta dos dez substratos artificiais instalados, respectivamente, na 1ª, na 2ª e 3ª campanhas com o objetivo de ampliar o inventário de invertebrados, porém, na C2 somente uma armadilha foi recuperada (no P24). Foram registrados 107 organismos distribuídos em 06 *taxa*: *Heleobia* sp. (Foto 38), *Potamolithus* sp. (Foto 45) e *Chilina parva* (Foto 44) entre os moluscos Gastropoda, *Hyalella curvispina* (

Foto 46) representante de Crustacea e os insetos Chironomidae e Leptoceridae. Já na C3, obteve-se o encontro de quatro armadilhas respectivas aos pontos P22, P24, P33 e P50. Foram contabilizados 415 registros pertencentes a 10 *taxa*: os mesmos *Heleobia* sp,

Potamolithus sp e *Chilina parva*, *Hyalella curvispina*, Chironomidae além de Oligochaeta, as exóticas *Corbicula fluminea* e *Limnoperna fortunei* mais a efêmera Leptophlebiidae e uma alta densidade de casulos de Trichoptera que estavam incrustados nas armadilhas. Na C4, somente duas armadilhas foram recuperadas nos pontos P05 e P07, porém sem o substrato artificial. P05 não obteve registro de nenhum organismo incrustado e, no P07, a armadilha contava com a presença avulsa de apenas dois mexilhões-dourados (*Limnoperna fortunei*) (Foto 37).

Acredita-se que devido ao tráfego de embarcações, principalmente de ribeirinhos e pescadores locais, possivelmente estes, ao constatarem que a “bóia” e a corda não correspondiam às redes de pesca, soltavam o material encontrado, talvez aproveitando a corda de instalação. Outra possibilidade condiz com a força das águas após chuvas fortes, passagem de macrófitas flutuantes, galhos ou afins que também podem deslocar ou soterrar os substratos instalados e, infelizmente, em ambas as situações, impossibilitando o encontro das mesmas pelos técnicos em campo. No caso presente da falta do substrato, por ser este um material orgânico (esponja natural), ele pode ter se decomposto e também muito possivelmente retirado das armadilhas por outros organismos.



Foto 37: *Limnoperna fortunei*



Foto 38: *Heleobia* sp.



Foto 39: *Corbicula fluminea*



Foto 40: *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta*



Foto 41: *Castalia martensi*



Foto 42: Ampullariidae



Foto 43: *Anodontites trapesialis*



Foto 44: *Chilina parva*



Foto 45: *Potamolithus* sp. (Aumento: 30 x)



Foto 46: *Hyalella curvispina* (Aumento: 30 x)



Foto 47: Armadilha recuperada na C4, sem substrato artificial, com apenas duas conchas.

A Tabela 11 contém todos os *taxa* da macrofauna bentônica inventariados nas quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) através do amostrador draga e das armadilhas de substrato artificial, juntamente com os pontos de registros considerando o cumulativo de campanhas, assim como, o nome popular, habitat preferencial e particularidades ecológicas e sanitárias.

Tabela 11: Lista dos *taxa* de macroinvertebrados aquáticos inventariado no outono (1ª campanha), inverno (2ª campanha), primavera (3ª campanha) e verão (4ª campanha) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Os pontos de registro correspondem aos *taxa* registrados no cumulativo das campanhas, sendo: * *taxa* que ocorreram em mais de 50% dos pontos.

TAXA	NOME POPULAR	AMOSTRADOR DRAGA				SUBSTRATO ARTIFICIAL				HABITAT PREFERENCIAL	HÁBITO ALIMENTAR	PARTICULARIDADE	
		ÁREAS DE REGISTRO CUMULATIVO	OCORRÊNCIA				ÁREAS DE REGISTRO CUMULATIVO	OCORRÊNCIA					
			C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO		C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA				C4 VERÃO
ANNELIDA													
OLIGOCHAETA*	Minhoca-aquática	1-4,-6-9;12,14,16,17-21,23-28,30-34,36-42,44,45,47 e 50	X	X	X	X	50		X		Arenoso, Lodoso	Detritívoro	Bioindicador
HIRUDINEA	Sanguessuga	2,3,5,9,17,20,23,28,31,36,41,44 e 49	X	X	X	X					Arenoso, Lodoso	Parasita-Predador	
MOLLUSCA													
BIVALVIA													
Corbiculidae													
<i>Cyanocyclas limosa</i> (Maton, 1811)	Berbigão	1,3,5,7,9,10,13,14,17,20,25,27,30-32,34,43,45,48 e 49	X	X	X	X					Arenoso, Lodoso	Filtrador	Nativa
<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)*	Berbigão-asiático	todas (1 a 50)	X	X	X	X	22 e 50		X		Arenoso, Lodoso	Filtrador	Exótica/Invasora
<i>Corbicula largillierti</i> (Philippi, 1844)	Berbigão-asiático-roxo	1,3,7-9,11,13,17,20,36,40,41,45,47,49 e 50	X	X	X	X					Arenoso, Lodoso	Filtrador	Exótica
<i>Corbicula</i> (aff.) <i>fluminalis</i> (Müller, 1774)	Berbigão-asiático	3,18,37,40 e 41			X	X					Arenoso, Lodoso	Filtrador	Exótica
Hyriidae													



TAXA	NOME POPULAR	AMOSTRADOR DRAGA				SUBSTRATO ARTIFICIAL				HABITAT PREFERENCIAL	HÁBITO ALIMENTAR	PARTICULARIDADE	
		ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA				ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA					
			CUMULATIVO	C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA		C4 VERÃO	CUMULATIVO				C2 INVERNO
<i>Castalia martensi</i> (Ihering, 1891)	Marisco-de-água-doce	7,22,25,27,32,39 e 42	X	X	X					Arenoso, Lodoso	Filtrador	Endêmica BR	
<i>Diplodon (Rhipidodonta) sp.</i>	Marisco-de-água-doce	1,10,21,23 e 30	X	X						Arenoso, Lodoso	Filtrador		
<i>Diplodon sp.</i>	Marisco-de-água-doce	2,3,8,9,13,18,21,30,32,33,37,38,40,41,43,46 e 47	X	X	X	X				Arenoso, Lodoso	Filtrador		
Mycetopodidae													
<i>Anodontites trapesialis</i> (Lamarck, 1819)	Marisco-de-água-doce	23				X				Arenoso	Filtrador		
Mytilidae													
<i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857)*	Mexilhão-dourado	1-24,26,27,29,30,32-40,42-50	X	X	X	X	5,22,24,33 e 50	X	X	Substrato duro: rochas e galhos	Filtrador	Exótica/Invasora	
Sphaeriidae													
<i>Pisidium sp.</i>	Esferídio	10,14,20,30 e 32	X	X						Arenoso	Filtrador		
GASTROPODA													
Ampullariidae													
(Indivíduo Jovem)	Caramujo, ampulária	33			X					Diverso	Raspador		
Cochliopidae													
<i>Heleobia sp.*</i>	Caramujinho-da-lama	todas (1 a 50)	X	X	X	X	24 e 50	X	X	Arenoso, Lodoso	Raspador		

TAXA	NOME POPULAR	AMOSTRADOR DRAGA				SUBSTRATO ARTIFICIAL				HABITAT PREFERENCIAL	HÁBITO ALIMENTAR	PARTICULARIDADE
		ÁREAS DE REGISTRO		OCORRÊNCIA		ÁREAS DE REGISTRO		OCORRÊNCIA				
		CUMULATIVO		C1	C2	C3	C4	CUMULATIVO	C2			
OUTONO	INVERNO			PRIMAVERA	VERÃO	INVERNO	PRIMAVERA			VERÃO		
Lithoglyphidae												
<i>Potamolithus</i> sp.*	Caramujinho-da-lama	3-8,11-18,22,23,27-33,36,38-50	X	X	X	X	24, 33 e 50	X	X	Lótico, Arenoso, Rochoso	Raspador	
Chiliniidae												
<i>Chilina parva</i> (Martens, 1868)	Caramujo	1,3,4,6,22,25,39,43 e 47	X	X	X	X	22 e 24	X	X	Arenoso, Lodoso	Raspador	
Thyariidae												
<i>Melanoides tuberculata</i> (Müller, 1774)	Caramujo-trombeta	1-5,20,29 e 44	X	X	X	X				Diverso	Raspador	Exótica; Potencial Interesse Médico-sanitário
ARTHROPODA												
CRUSTACEA												
Cumacea	Crustáceo-embrião	49 e 50	X	X						Próximo ao fundo	Coletor Depositívoro-Predador	
Dogielinotidae												
<i>Hyaella curvispina</i> (Schoemaker, 1942)	Camarão-pulga	14	X				22,24,33 e 50	X	X	Marginal, Macrófitas	Coletor-Onívoro-Detritívoro	
INSECTA												
Collembola	Inseto-saltador	30	X							Marginal	Generalista	



TAXA	NOME POPULAR	AMOSTRADOR DRAGA				SUBSTRATO ARTIFICIAL				HABITAT PREFERENCIAL	HÁBITO ALIMENTAR	PARTICULARIDADE	
		ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA				ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA					
			CUMULATIVO	C1	C2	C3		C4	CUMULATIVO				C2
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO			
Diptera													
Chironomidae*	Larva-mosquito-não-picador	1-6,8,10,11,14,18-20,22-25,27,30,31,33,36,39-43,45,47,49 e 50	X	X	X	X	22,24 e 50	X	X		Arenoso, Lodoso	Coletor/Predador	Bioindicador
Ephemeroptera													
Ephemeridae													
<i>Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta (Walker, 1853)*</i>	Ninfa-de-efêmera	1,2,6,8-11,14,17-21,23-25,28,30-33,35-38,40,41,44,45 e 50	X	X	X	X					Próximo ao fundo, Fossorial	Coletor Depositívoro-Filtrador	Registro Recente para o RS e Bioindicador EPT
Baetidae	Ninfa-de-efêmera	5	X								Lótico, Marginal	Coletor	Bioindicador EPT
Leptophlebiidae	Ninfa-de-efêmera	sem ocorrência					24		X		Lótico, Marginal	Coletor	Bioindicador EPT
Odonata													
Gomphidae	Ninfa-de-libélula	6			X						Marginal, Macrófitas	Predador	
Trichoptera													
Leptoceridae*	Larva-mosca-d'água	1,3,5,12,13,15,18-20,22,24-27,29,33,34,38-40,42,43,47,48 e 50	X	X	X	X	22,24 e 33	X	X		Arenoso	Coletor-Onívoro	Bioindicador EPT

TAXA	NOME POPULAR	AMOSTRADOR DRAGA				SUBSTRATO ARTIFICIAL			HABITAT PREFERENCIAL	HÁBITO ALIMENTAR	PARTICULARIDADE		
		ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA				ÁREAS DE REGISTRO	OCORRÊNCIA					
		CUMULATIVO	C1	C2	C3	C4	CUMULATIVO	C2				C3	C4
			OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO		INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO			
Helicopsychidae	Larva-mosca-d'água	3	X								Arenoso	Predador	Bioindicador EPT
Odontoceridae	Larva-mosca-d'água	3,16,18,19,25,26,27,32,38,40 e 50	X	X	X			X			Arenoso	Coletor-Detritívoro	Bioindicador EPT

Segundo a Tabela 11 e a Figura 15, com relação ao *habitat* preferencial, também considerando o cumulativo de dados gerados pelas quatro campanhas, basicamente foram abordados 07 tipos principais para classificação dos *taxa*. O substrato “arenoso-lodoso” obteve 45% da composição associada. De fato, este tipo de substrato condiz com a relevante presença dos moluscos bivalves e ainda os anelídeos. Já na categoria “arenoso” que contou com 19%, inclui-se os representantes de insetos tricópteros (Leptoceridae, Helicopsychidae e Odontoceridae), que constróem seus casulos com grãos-de-areia (Foto 48) mais o microbivalve *Pisidium* sp. e, o marisco *Anodontites trapesialis*. Com outros três *taxa* representantes: *Hyaella curvispina*, Collembola e o novo registro Gomphidae - o “ambiente marginal” foi contemplado por estes organismos que vivem normalmente associados às macrófitas ou vegetação costeira totalizando 11% de participação da categoria.

Já a preferência por ambiente “lótico” (7%) foi atribuída a dois *taxa*: *Potamolithus* sp. e Baetidae (ocorrente somente na C1). O primeiro apresentou alta representatividade nas amostras da C1 e da C2 principalmente nas porções próximas a foz de rios e arroios que desaguam no Guaíba e também são organismos associados aos aglomerados formados por *Limnoperna fortunei* como descrito por Mansur *et al.*, (2008). Mesmo com registros mais escassos, também estiveram presentes nas armadilhas de substrato artificial. O mesmo percentual de 7% foi atribuído à categoria “próximo ao fundo” que contou com Cumacea e *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta*. Cabe ressaltar que Cumacea é um organismo de coluna-d’água do estrato de fundo enquanto que *H. (P.) albivitta* apresenta o hábito fossorial, ou seja, vive enterrada nas camadas finas e superficiais de substratos arenosos e lodosos justamente para facilitar o potencial natatório (EDMUNDS *et al.*, 1976). Ainda com dois (02) *taxa*, incluiu-se a categoria “ambiente diverso” para dois representantes de Gastropoda: a espécie exótica *Melanoides tuberculata*, que é encontrada tanto em corpos hídricos lóticos quanto grandes massas de água lântica assim como o novo registro da C3 caucado na família Ampullaridae. Em contrapartida para *Limnoperna fortunei*, sua predileção por “substratos duros” (Foto 49), caracterizados principalmente por rochas, galhos e outros moluscos também conferiu a participação de apenas 4% para a categoria.

Figura 15: Distribuição (%) por habitat preferencial dos macroinvertebrados bentônicos inventariados durante o levantamento da biota aquática no lago Guaíba/RS (outono, inverno, primavera e verão/2021).

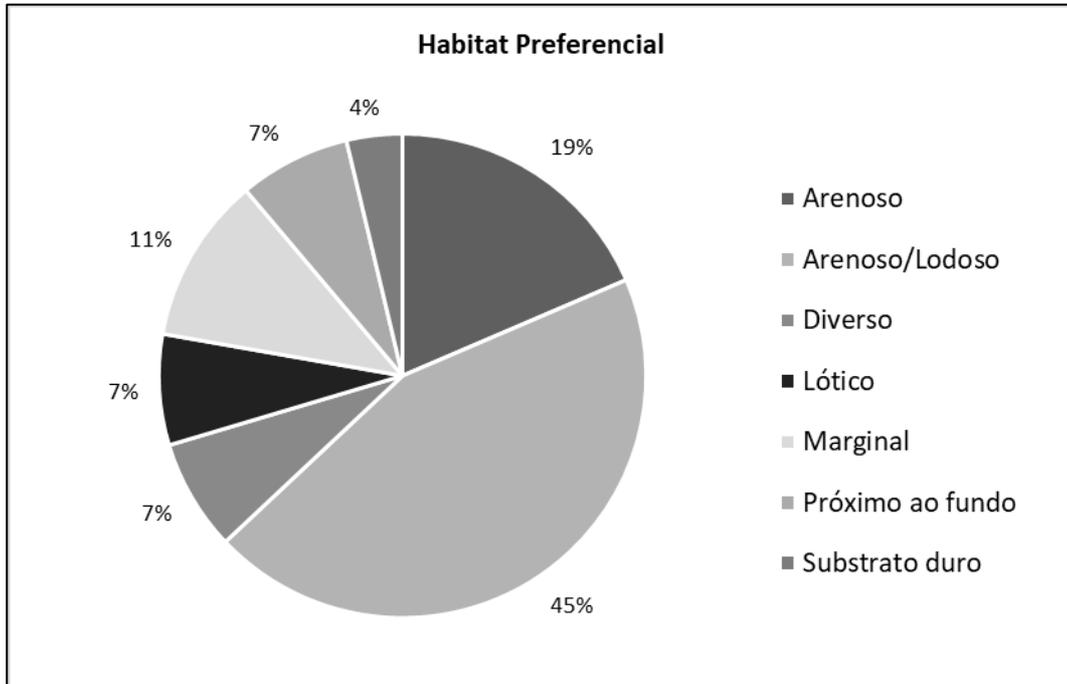


Foto 48: Casulo de Odontoceridae (Trichoptera, INSECTA)



Foto 49: Macroaglomerado de *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) em um galho.

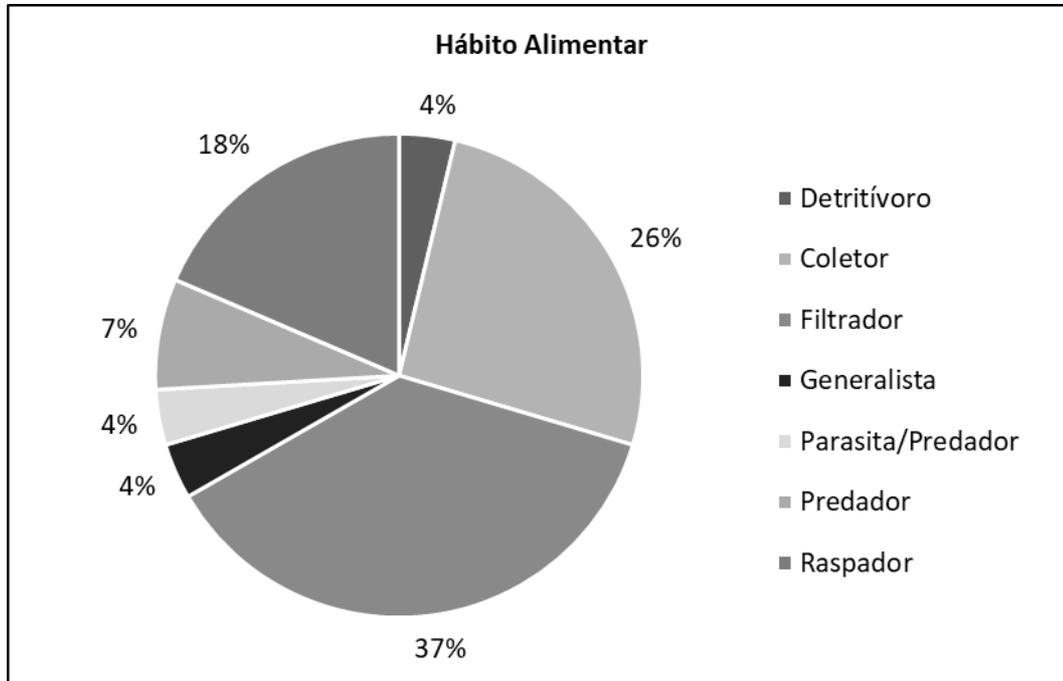
Já o hábito alimentar obteve 07 categorias gerais (Figura 16), sendo que 37% da composição cumulativa para as quatro campanhas realizadas (S= 10) são considerados organismos filtradores, classe que comporta os moluscos bivalves.

Outros 26% (S= 07) da composição bentônica foram atribuídos aos organismos coletores, que embora possam obter preferências e adaptações distintas coletam diretamente do substrato o seu alimento como *Hyaella curvispina* que se alimenta de perifiton e detritos (PORETTI *et al.*, 2003), os quais são recolhidos por suas quelas, tendo portanto o hábito coletor-onívoro/detrívoro enquanto que Cumaceae, presente próxima ao fundo, possui representantes depositívoros, podendo alimentar-se da película orgânica dos grãos-de-areia (BRUSCA *et al.*, 2018).

Já os raspadores contribuíram com 18% do total, como os gastrópodes *Potamolithus* sp. que geralmente estão associados às rochas e vegetação aquática, alimentando-se diretamente do filme perifítico ou *Heleobia* sp. que se alimenta de detritos orgânicos e microalgas (MANSUR *et al.*, 2008).

Os predadores, com dois (02) taxa representantes: Helicopsychidae e Gomphidae contribuíram com 7% enquanto as demais categorias: detrívoro, parasita e generalista obtiveram um único táxon para cada sendo estes: Oligochaeta, Hirudinea e Collembola, respectivamente, e contribuindo com 4% cada.

Figura 16: Distribuição (%) por hábito alimentar dos macroinvertebrados bentônicos inventariados durante o outono, inverno, primavera e verão/2021 no Lago Guaíba/RS.



Destaca-se ainda que dentre os 27 *taxa* inventariados pela coleta direta com draga mais um *táxon*, restrito à armadilha substrato artificial (*Leptophlebiidae*), 11 foram identificadas ao nível de espécie e, destas, 10 não estão atualmente enquadradas em algum grau de ameaça à extinção segundo as listas oficiais do Rio Grande do Sul (FZB, 2014), brasileira (MMA, 2018) ou de espectro global (IUCN, 2021). À exceção dá-se para *Castalia martensi*, que é categorizada como Vulnerável (VU) perante a *Red List of the IUCN* (MANSUR, 1996).

Quanto à origem, nenhuma foi considerada endêmica para o Lago Guaíba, porém *Castalia martensi* é considerada endêmica para o Brasil (MANSUR, 1996) e reconhecidamente distribuída no sistema Guaíba (lago, rios Jacuí e Sinos) preferencialmente em áreas de substrato fino marginal ou associada aos juncos segundo Mansur & Pereira (2006) assim como *Anodontites trapesialis*, nativa da América do Sul com capacidade de atingir grandes tamanhos e, assim, muito importante na cadeia alimentar dulcícola (AMARAL *et al.*, 2008) e geralmente bem distribuída pelo RS por introdução não-intencional em tanques de cultivo de peixes. Além disso destacam-se 05 espécies exóticas sendo duas de reconhecido *status* invasor para o Lago Guaíba: *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea* (berbigão-asiático).

L. fortunei, é um bivalve natural da cabeceira do rio do Leste, um tributário do rio das Pérolas, que é o terceiro maior rio da China (OLIVEIRA *et al.*, 2004). É um dos moluscos invasores de maior representatividade no Brasil e na América do Sul introduzido via água de lastro dos navios (PASTORINO *et al.*, 1993). Desenvolve-se preferencialmente em ambientes lóticos e bem oxigenados e apresenta comportamento invasivo (MORTON, 1973 *apud* MANSUR *et al.*, 2012) porém teve altíssima adaptabilidade ao Lago Guaíba que embora lântico mantém uma alta oxigenação da água e grande disponibilidade de substrato duro como galhos e estruturas artificiais das pontes e atracadouros marginais favorecendo a incrustação e a formação de macroaglomerados (Foto 50).

O enquadramento como “Espécie Exótica Invasora” é atribuído tanto na escala estadual, quanto federal, considerando os critérios estabelecidos pela Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013 e a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, CONABIO Resolução nº5, de 21 de outubro de 2009. No RS a Portaria ainda configura a classificação Categoria 1 para *L. fortunei*, que abrange espécies que têm proibido seu transporte, criação, soltura ou translocação, cultivo, propagação, comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma.

Já *C. fluminea* (Foto 51) apresenta comportamento infaunal, ou seja, afunda-se no substrato, onde vive total ou semienterrada preferindo ambientes lóticos. Ocorre na América do Sul desde o final da década de 60, início da de 70 ocupando hoje, as sub-bacias sul-americanas desde a Colômbia até o norte da Patagônia (MANSUR *et al.*, 2012). Segundo Sousa *et al.* (2008) é considerada a espécie invasora de maior importância nos ecossistemas aquáticos. Após a invasão em várias sub-bacias hidrográficas brasileiras, houve uma drástica diminuição das populações nativas de moluscos bentônicos, principalmente dos bivalves das famílias Hyriidae e Mycetopodidae (MANSUR *et al.*, 2012) e pode interferir significativamente na reciclagem de nutrientes e na interação bêntico-pelágica sendo potencialmente responsável por importantes alterações ecológicas (SOUSA, 2008).

O gênero *Corbicula* contou ainda com a presença de *C. largillierti* (berbigão-asiático-roxo, Foto 52). Esta espécie encontra-se introduzida na América do Sul ocupando duas grandes áreas: o Nordeste e o Leste do Brasil (do Ceará ao Rio de Janeiro) e, mais ao Sul (do médio e baixo Paraná, rio Paraguai e sistema Patos e Mirim). Sua invasão passou por muito tempo despercebida devido certas semelhanças com *Cyanocyclas limosa* (Corbiculidae Nativa, Foto 53) e com *C. fluminea* (MANSUR *et al.*, 2012) porém sua concha é menor, mais frágil e menos inflada que *C. fluminea*. Em grandes densidades, pode

provocar alterações no sedimento causando a diminuição drástica de moluscos nativos. Também pode causar obstruções em sistemas hidroelétricos e de abastecimento de água (MANSUR *et al.*, 2012).

Na C3 (primavera) e na C4 (verão) também foram coletadas algumas conchas de *Corbicula* (aff.) *fluminalis* (Foto 54) outro berbigão de origem asiática, facilmente confundido com sua espécie irmã *C. fluminea*. As principais diferenças são as conchas mais robustas e infladas, umbos muito altos e praticamente centrados, sem rostro com a proporção dimensional quase unilateral, com altura pouco maior ou igual ao comprimento. Na América do Sul, os registros ainda se limitam ao complexo lagunar e fluvial do sistema Guaíba-Patos-Mirim (RS) com populações pequenas e pouco densas, vivendo em simpatria com as outras corbículas (MANSUR *et al.*, 2012; PIB, 2012).

Por fim, *Melanoides tuberculata* (caramujo-trombeta, Foto 55), é uma espécie bentônica capaz de formar populações extremamente densas (MIYAHIRA, 2010 *apud* MANSUR *et al.*, 2012) que podem cobrir inteiramente o substrato afetando diretamente os demais macroinvertebrados bentônicos (MORENO & CALLISTO, 2006 *apud* MANSUR *et al.*, 2012). Apesar de algumas divergências assume-se como faixa original de distribuição o norte e o leste da África e o sul da Ásia, incluindo a Indonésia (PILSBRY & BEQUAERT, 1927 *apud* MANSUR *et al.*, 2012). Murray (1964 *apud* MANSUR *et al.*, 2012) fez o primeiro registro de *M. tuberculata* nas Américas; a seguir, em 1967, a espécie foi registrada no Brasil (VAZ *et al.*, 1986 *apud* MANSUR *et al.*, 2012). Atualmente, é encontrada em praticamente todas as regiões hidrográficas brasileiras incluindo a área de estudo. Por se tratar de uma espécie na qual a partenogênese é comum, formando populações com predominância de fêmeas, em teoria, basta a introdução de uma única fêmea para o estabelecimento de uma nova população. A espécie também é resistente a dessecação (FACON *et al.*, 2004 *apud* MANSUR *et al.*, 2012) e é capaz de suportar águas com temperaturas elevadas (DUGGAN, 2002 *apud* MANSUR *et al.*, 2012). Além disso, é o primeiro hospedeiro intermediário de vários trematódeos podendo estar envolvido na introdução, manutenção e disseminação de parasitos de grande interesse médico no Brasil (MANSUR *et al.*, 2012) como *Centrocestus formosanus*, responsável pela centrocestíase (PINTO & MELO, 2010 *apud* MANSUR *et al.*, 2012) além do potencial causador de entupimentos em instalações de abastecimento de água ou hidrelétricas, caso as populações tornem-se dominantes no ambiente.

Já no quesito médico-sanitário, muitos *táxons* pertencentes a Mollusca, principalmente dentre os Gastropoda, podem ser potencialmente vetores de doenças

como discorrido anteriormente para *Melanoides tuberculata*. Os moluscos podem ser hospedeiros de trematódeos e de alguns nematódeos parasitos do homem e de animais domésticos sendo as famílias de maior interesse no Brasil Ancyliidae, Lymnaeidae, Physidae e Planorbidae (BRASIL, 2008), nenhuma registrada no atual levantamento de dados.

Salienta-se ainda, dentro das particularidades destacadas na Tabela Geral, que os macroinvertebrados bentônicos constituem um dos principais grupos de organismos bioindicadores não só por apresentarem espécies sensíveis a poluição, mas também às mudanças no ambiente aquático (RESH & MCELRAVY, 1993). Para uma representação qualitativa da água os insetos Plecoptera (P), bem como, Ephemeroptera (E) e Trichoptera (T) formam um grupo de *taxa* conhecido como EPT amplamente utilizado como bioindicadores da condição ambiental nos corpos hídricos por apresentarem espécies muito sensíveis à degradação. Para o cumulativo das campanhas, o grupo EPT contabiliza 05 *taxa* dentre as coletas realizadas com a draga: *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* e Baetidae (E), Helicopsychidae, Leptoceridae (Foto 56) e Odontoceridae (T) mais um *táxon* exclusivo nos substratos artificiais: Leptophlebiidae (E). Em contrapartida, Chironomidae (Foto 57) e representantes de Oligochaeta (Foto 58), por serem altamente tolerantes às adversidades também são considerados bioindicadores de grande relevância.



Foto 50: Macroaglomerados de *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado), espécie exótica



Foto 51: *Corbicula fluminea* (berbigão-asiático), espécie exótica



Foto 52: *Corbicula largillierti* (berbigão-roxo-asiático), espécie exótica

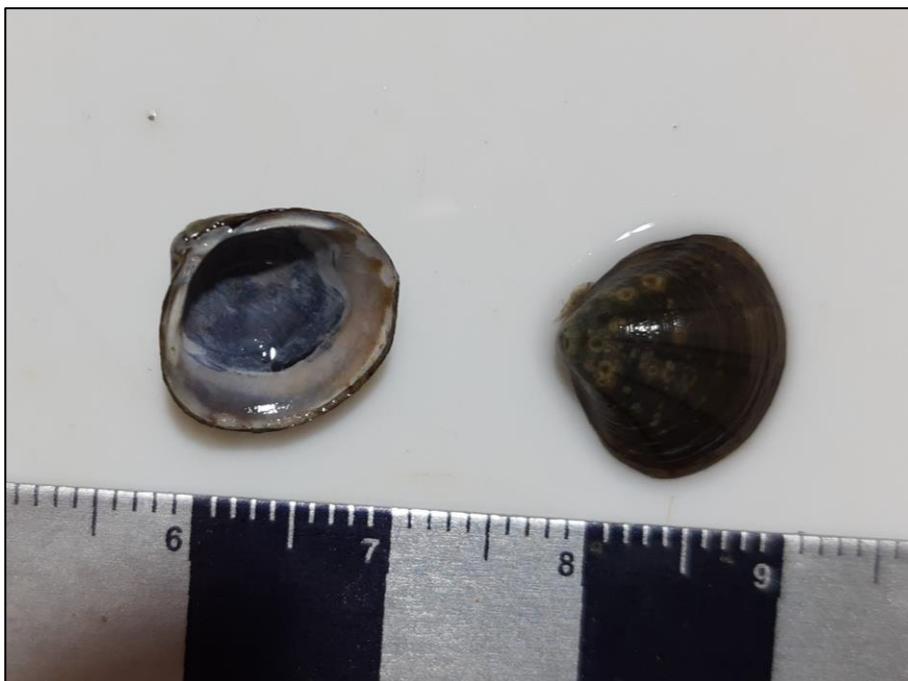


Foto 53: *Cyanocyclus limosa* (berbigão-roxo), espécie Nativa de Corbiculidae, muito similar a *Corbicula largillierti* (berbigão-roxo-asiático), espécie exótica



Foto 54: *Corbicula* (aff.) *fluminalis*. Características principais: concha mais robusta, inflada com umbos altos e sem rostro. Espécie exótica.



Foto 55: *Melanoides tuberculata* (caramujo-trombeta). Espécie exótica

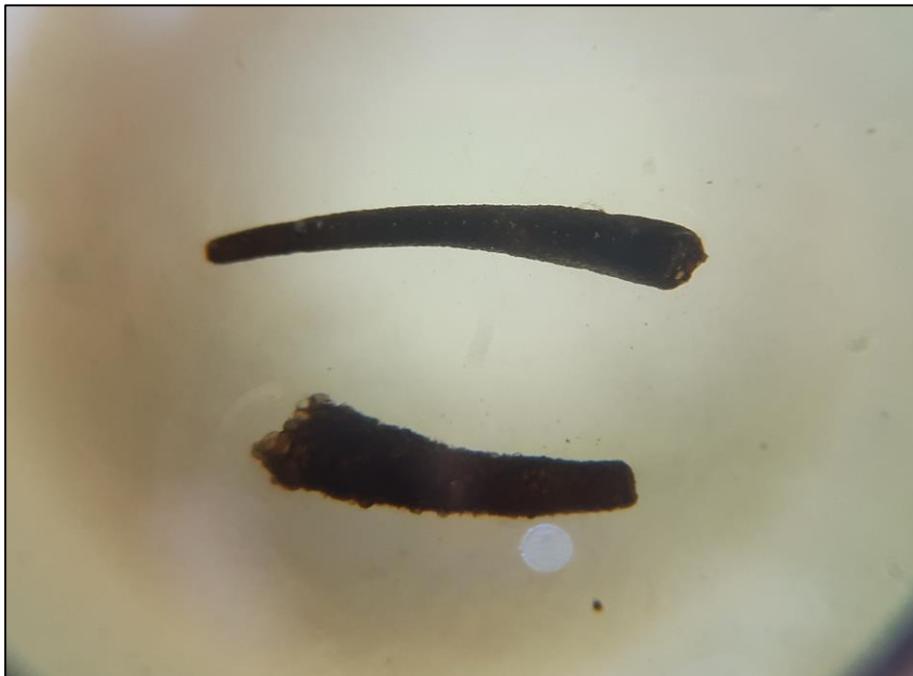


Foto 56: Leptoceridae, *táxon* bioindicador de boa qualidade



Foto 57: Chironomidae, *táxon* bioindicador



Foto 58: Representantes de Oligochaeta, *táxon* bioindicador

5.4.1. Variações sazonais – parâmetros ecológicos

Dos 27.080 organismos registrados com o método padrão coleta com draga, 26% desse montante referiu-se à densidade encontrada em C1 (outono), com 7.019 organismos, 31%

ao contabilizado na C2, com 8.373 indivíduos, 23% na C3 com o total de 6.219 invertebrados registrados e, finalmente, 20% na C4 com 5.469 registros catalogados. A variância dos dados não foi considerada homogênea segundo Levene's ($p= 0,601$) e com base no teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, também foi observado que não houve diferenças significativas de abundância entre as campanhas ($H(\chi^2) = 0,5266$; $p= 0,911$)

A riqueza foi ainda mais similar entre as quatro estações, ocorrendo o maior valor no outono ($S= 22$) e o menor no inverno ($S= 17$). Houve homogeneidade nas variâncias (Levene's; $p= 0,011$) obtidas na riqueza ao longo das campanhas e, como observado, não houve diferença significativa nos valores finais de cada estação segundo o teste ANOVA ($df= 3$; $F= 0,879$; $p= 0,455$).

Quanto aos demais índices, as maiores diversidade ($H'= 1,69$), equitabilidade ($J= 0,56$) e dominância ($D=0,48$) estiveram vinculadas respectivamente, a C1 (outono), a C2 (inverno) e a C3 (primavera). Essa última campanha citada, devido a presença relevante de *L. fortunei* (mexilhão-dourado) com 48% de representatividade, atingiu os menores valores de diversidade ($H'= 1,40$) e equitabilidade ($J= 0,32$) enquanto que a menor dominância ocorreu, como esperado na estação mais diversa: outono, como pode ser observado na Tabela 12, abaixo.

Tabela 12: Parâmetros ecológicos (densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de Berger-Parker) por estações (outono, inverno, primavera e verão) para os macroinvertebrados bentônicos observados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

PARÂMETROS	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	TOTAL
	C1	C2	C3	C4	
Abundância (N)	7.019	8.373	6.219	5.469	27.080
Riqueza (S)	22	17	20	18	27
Diversidade (H')	1,69	1,59	1,40	1,54	1,61
Equitabilidade (J)	0,55	0,56	0,47	0,53	0,49
Berger-Parker (D)	0,32	0,38	0,48	0,39	0,37

Ressaltando a presença da espécie rara *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta*, que aparentemente através do diagnóstico confirma os registros posteriores ao primeiro efetuado para o RS (RAIMUNDI & FREITAS, 2019), a distribuição temporal desta espécie contabilizou 993 organismos durante a C1 (Outono), reduzindo gradativamente para 888 na C2 (Inverno), 253 na C3 (Primavera) e apenas 79 registros na C4 (Verão). Houve alta homogeneidade nas variâncias das médias dos dados segundo Levene's ($p<0,001$) e segundo o teste paramétrico ANOVA, as diferenças de valores ao longo das campanhas foi

estatisticamente significativo ($df=3$; $F= 2,926$; $p=0,04$), principalmente entre o outono (C1) que obteve 45% dos registros e o verão (C4) com 3,6%, conforme observa-se na Tabela 13.

Tabela 13: Ocorrência de *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* por estações (outono, inverno, primavera e verão) durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

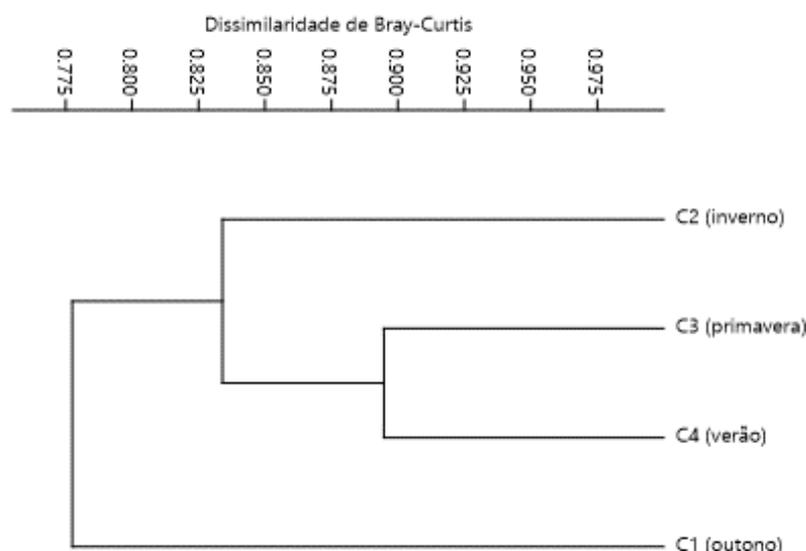
CAMPANHAS	OUTONO C1	INVERNO C2	PRIMAVERA C3	VERÃO C4	TOTAL CUMULATIVO
TOTAL N	993	888	253	79	2213
%	44,87	40,13	11,43	3,57	100,00

5.4.2. Composição – dissimilaridade de Bray-Curtis entre campanhas

O dendrograma de similaridade entre as quatro campanhas realizadas (outono, inverno, primavera e verão) confirmou a alta similaridade das composições amostradas em todos os períodos resultando em 89% de compartilhamento de *taxa* entre as duas últimas campanhas vinculadas ao verão (C4) e a primavera (C3). O inverno (C2) une-se ao pareamento com 83% de compartilhamento e o outono (C1) une-se às demais campanhas com 78% de similaridade taxonômica.

Tal resultado reflete uma riqueza reduzida e condicionada ao domínio de algumas espécies como as exóticas *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* e o gastrópode *Heleobia* sp. como vem sendo apresentado no decorrer do documento (Figura 17).

Figura 17: Dendrograma de dissimilaridade de Bray-Curtis para comunidade de macroinvertebrados aquáticos inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Outono (C1), inverno (C2), primavera (C3) e verão (C4).



5.4.3. Variações espaciais – parâmetros ecológicos

Considerando-se os índices ecológicos calculados para o grupo de macroinvertebrados bentônicos no cumulativo das quatro campanhas realizadas (outono, inverno, primavera e verão) e a coleta através do amostrador draga, a riqueza geral foi de $S = 27$ taxa. Quanto aos pontos amostrais, nota-se que os valores de riqueza foram similares e considerados baixos para a maioria dos pontos (Tabela 14), variando basicamente de 05 a 11 taxa. Os valores mais altos foram registrados no P3 com $S = 16$ e, nos pontos P20, P30 e P40 com iguais $S = 12$ em cada um, enquanto que a riqueza mais reduzida de $S = 04$, foi registrada no P35.

Com relação a abundância total, no somatório de todos os pontos foram encontrados para o lago Guaíba 27.080 macroinvertebrados bentônicos. Este índice também apresentou variação notável entre as unidades amostrais a cada campanha e, portanto, refletindo no cumulativo. As densidades variaram do valor mais alto obtido no P3 de $n = 2.595$ seguido pelos pontos P7 ($n = 1.818$), P49 ($n = 1.631$), P27 ($n = 1.432$) e ainda, P39 ($n = 1.074$), únicos pontos com valores > 1.000 organismos. No gradiente decrescente, onze pontos variaram entre 600 a 1000 indivíduos como o P13 e o P45 registrando $n = 645$ e $n = 956$, respectivamente. Outros 16 pontos obtiveram entre 300 e 600 espécimes registrados como o P23 ($n = 325$) e o P15 ($n = 531$). Na faixa de 100 a 300 registros, outros 16 pontos foram contemplados com destaque para o P50 com $n = 107$ e o P26 com $n = 287$. Entre as menores abundâncias cumulativas, dois pontos obtiveram menos de 50 organismos: P35 ($n = 25$) que também obteve a menor riqueza e, P24 ($n = 48$).

A diversidade geral da macrofauna bentônica foi de $H' = 1,61$ e considerada baixa dentre o esperado para este índice que segundo Magurran (1988) deve obter $H' > 2,00$. Entre as unidades amostrais, houve alta variação nesse parâmetro, com os maiores valores alcançados ($> 1,50$) em apenas oito pontos amostrais, sendo em ordem decrescente: P40 ($H' = 1,80$), P24 ($H' = 1,78$), P25 ($H' = 1,73$), P32 ($H' = 1,71$), P14 e P50 ($H' = 1,58$), P13 ($H' = 1,56$) e P38 ($H' = 1,53$). Os pontos menos diversos foram: P34 ($H' = 0,39$), P27 ($H' = 0,50$) e P16 ($H' = 0,51$) resultados, todos estes influenciados pela baixa riqueza e a dominância esperada de alguns taxa como *Limnoperla fortunei* e *Corbicula fluminea* em detrimento dos outros conforme foi sendo apresentado a cada campanha.

O valor geral de Equitabilidade de Pielou também considerando o cumulativo de dados foi de apenas $J = 0,49$ indicando uma uniformidade média para baixa na distribuição dos

taxa encontrados até o momento. Entre os pontos avaliados, nota-se que os maiores valores para esse índice foram obtidos principalmente no ponto P24 ($J= 0,92$) e, posteriormente nos pontos P25 e P13 com iguais $J= 0,75$. O P24 condiz com uma distribuição mais equitável da composição bentônica catalogada, sem domínio de *táxon* e, que foi caracterizada por baixas riqueza ($S= 04$) e abundância ($n= 48$). O valor mais baixo ($J= 0,22$), por sua vez, foi registrado nos pontos de menor diversidade: P39, P34 e P27, indicando, em todos os casos, a presença de *taxa* dominantes nas amostras e, que, refletiu, para os pontos mencionados, na presença de *L. fortunei*.

Com relação a Dominância de *Berger-Parker*, considerando o cumulativo de dados registrados nas quatro campanhas, nota-se que embora 03 *taxa* tenham sido relevantes no conjunto, não houveram *taxa* dominantes (superando 50% do total registrado). *Limnoperna fortunei* totaliza no cumulativo 37%, *Corbicula fortunei* com 22% e *Heleobia sp.*, 25% corroborando o valor baixo de dominância geral que totalizou $D= 0,37$. No que se refere aos pontos amostrais, notam-se variações acentuadas nesse índice sendo que as maiores dominâncias foram registradas justamente nos pontos que obtiveram as mais baixas equitabilidades sendo: P34 ($D= 0,91$), P39 ($D= 0,89$) e P27 ($D= 0,88$), todos em virtude da dominância de *L. fortunei* que respectivamente contabilizou no cumulativo 91%, 89% e 88,5%. O menor valor de dominância seguiu para os pontos P24, P25 e P40 ($D= 0,29$) que contabilizaram os maiores valores de diversidade e equitabilidade, confirmando sua melhor distribuição dos organismos entre os *taxa*.

Os demais valores registrados para cada um dos índices ecológicos por ponto amostral podem ser observados na Tabela 14 a seguir.

Tabela 14: Parâmetros ecológicos (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância de *Berger-Parker*) por pontos amostrais (P1 ao P50) no cumulativo das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) para os macroinvertebrados bentônicos observados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

Pontos	RIQUEZA (S)	ABUNDÂNCIA (n)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P1	12	662	1,46	0,59	0,58
P2	9	903	0,81	0,37	0,77
P3	16	2595	1,23	0,44	0,48
P4	8	458	0,83	0,40	0,76
P5	10	861	1,27	0,55	0,42
P6	9	237	0,85	0,39	0,79
P7	8	1818	1,06	0,51	0,54

Pontos	RIQUEZA (S)	ABUNDÂNCIA (n)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P8	9	474	1,15	0,52	0,50
P9	9	239	0,99	0,45	0,62
P10	8	289	1,37	0,66	0,44
P11	7	271	1,34	0,69	0,53
P12	6	478	1,22	0,68	0,51
P13	8	645	1,56	0,75	0,39
P14	10	129	1,58	0,68	0,36
P15	5	531	1,02	0,64	0,63
P16	5	707	0,51	0,32	0,86
P17	9	856	0,96	0,44	0,69
P18	11	467	1,13	0,47	0,50
P19	8	729	0,96	0,46	0,63
P20	12	806	1,39	0,56	0,46
P21	7	174	1,14	0,59	0,48
P22	8	457	1,01	0,49	0,64
P23	10	325	1,41	0,61	0,53
P24	7	48	1,78	0,92	0,29
P25	10	154	1,73	0,75	0,29
P26	6	287	0,98	0,55	0,67
P27	10	1432	0,50	0,22	0,88
P28	6	171	0,98	0,54	0,53
P29	6	441	0,88	0,49	0,66
P30	12	456	1,36	0,55	0,52
P31	8	181	1,25	0,60	0,50
P32	11	113	1,71	0,71	0,35
P33	10	754	0,93	0,41	0,62
P34	6	714	0,39	0,22	0,91
P35	4	25	0,86	0,62	0,72
P36	9	345	1,26	0,57	0,46
P37	7	142	1,35	0,69	0,43
P38	9	138	1,53	0,70	0,43
P39	9	1074	0,49	0,22	0,89
P40	12	510	1,80	0,72	0,29
P41	10	466	1,20	0,52	0,45
P42	8	374	0,83	0,40	0,77
P43	9	339	1,37	0,62	0,46
P44	9	141	1,36	0,62	0,60
P45	9	956	0,74	0,34	0,82

Pontos	RIQUEZA (S)	ABUNDÂNCIA (n)	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J)	BERGER-PARKER (D)
P46	5	137	1,16	0,72	0,59
P47	10	335	1,19	0,52	0,45
P48	6	498	1,14	0,64	0,47
P49	9	1631	1,17	0,53	0,54
P50	11	107	1,58	0,66	0,50
TOTAL	27	27080	1,61	0,49	0,37

De forma pontual, cabe salientar a efêmera “rara” *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* que esteve presente em 30 dos 50 pontos amostrais no cumulativo das campanhas (Anexo 6). Considerando-se a alta sensibilidade desta espécie que, como comentado anteriormente, teve seu primeiro registro para o RS em 2019 e tem característica fossorial, vivendo totalmente associada ao fundo arenoso-lodoso, considera-se de extrema importância apresentar a matriz de distribuição da espécie.

Conforme visualiza-se na Tabela 15, alguns pontos tiveram ocorrência em todas as campanhas, mostrando uma comunidade bem estabelecida nestas áreas, como no caso de P21, P23, P25 e P28 dentre outros mais ao sul. Ainda assim, outros pontos tiveram registros únicos como o P2, o P18, o P33 e o P35.

No cumulativo, a distribuição é bem homogênea na matriz amostral contemplando todas as regiões do Guaíba. Os pontos mais abundantes foram o P8, P20 e o P33, com $n > 200$ organismos coletados. Em comum, P8 e P33 são marginais mas o P20 ocorre na porção mediana do corpo hídrico.

Observando a distribuição no mapa (Anexo 6), percebe-se uma tendência de maior ocorrência desta efêmera justamente nas áreas mais marginais, o que pode conferir uma relação associada a menores profundidades e, mesmo os registros localizados no canal também podem estar relacionados com áreas menos profundas devido a presença de bancos de areia, comuns ao Guaíba.

Tabela 15: Distribuição de *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* por pontos amostrais (P1 ao P50) em cada uma das quatro campanhas (outono, inverno, primavera e verão) e cumulativo das campanhas durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.

PONTOS	C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO	TOTAL CUMULATIVO
P1	20	23	14		57
P2	1				1
P3					0
P4					0
P5					0
P6	6	1			7
P7					0
P8	97	139			236
P9		1			1
P10	121	6			127
P11	55				55
P12					0
P13					0
P14		2			2
P15					0
P16					0
P17	76	72		27	175
P18		1			1
P19	9				9
P20	96	124	1		221
P21	53	2	27	1	83
P22					0
P23	42	82	37	11	172
P24	2	6			8
P25	12	25	7	1	45
P26					0
P27					0
P28	7	23	30	8	68
P29					0
P30	111	105	21		237
P31	38	20	33		91
P32	29	10		1	40
P33	1				1
P34					0
P35	1				1
P36	63	63	32	1	159
P37	24	17	20		61

PONTOS	C1 OUTONO	C2 INVERNO	C3 PRIMAVERA	C4 VERÃO	TOTAL CUMULATIVO
P38	14	24	10	11	59
P39					0
P40	28				28
P41	75	110			185
P42					0
P43					0
P44	7		12		19
P45		25	1	17	43
P46					0
P47					0
P48					0
P49					0
P50	5		8	1	21

5.4.4. Composição- dissimilaridade de *Bray-Curtis* entre pontos amostrais

O dendrograma de similaridade cumulativo entre as quatro campanhas para os 50 pontos amostrais evidencia a formação de dois grandes clados mais internos (destacados pela chave em vermelho) que foram unindo pequenos outros clados entre si com alguns clados menos similares, porém todos estes ainda compartilhando acima de 60% da composição total inventariada. Fica evidente que não há uma divisão caucada especialmente em proximidade espacial (como pode ser visto entre os clados mais similares destacados em azul), o que confirma uma composição bastante generalizada e de ampla distribuição da macrofauna bentônica no Lago Guaíba.

Entre as maiores similaridades pareadas entre os pontos (>90%), destacam-se P18 e P40 com 96% da composição compartilhada atribuída a presença cumulativa de 11 *taxa* como *Heleobia* sp., *H. (P.) albivitta*, Leptoceridae e Odontoceridae além dos pontos P22 e P39 que compartilharam 94% seguidos por P19 e P24 com 93%. Também se destacam os pareamentos menos similares ao restante, formados pelos pontos P7 e P32 com 74% de similaridade entre si e posicionados na extremidade interna compartilhando 65% de similaridade com o agrupamento do primeiro grande clado além de P5 e P49 com também 74% de similaridade entre o par, porém posicionados na extremidade externa e, compartilhando com todo o conjunto 68% de similaridade (Figura 18).

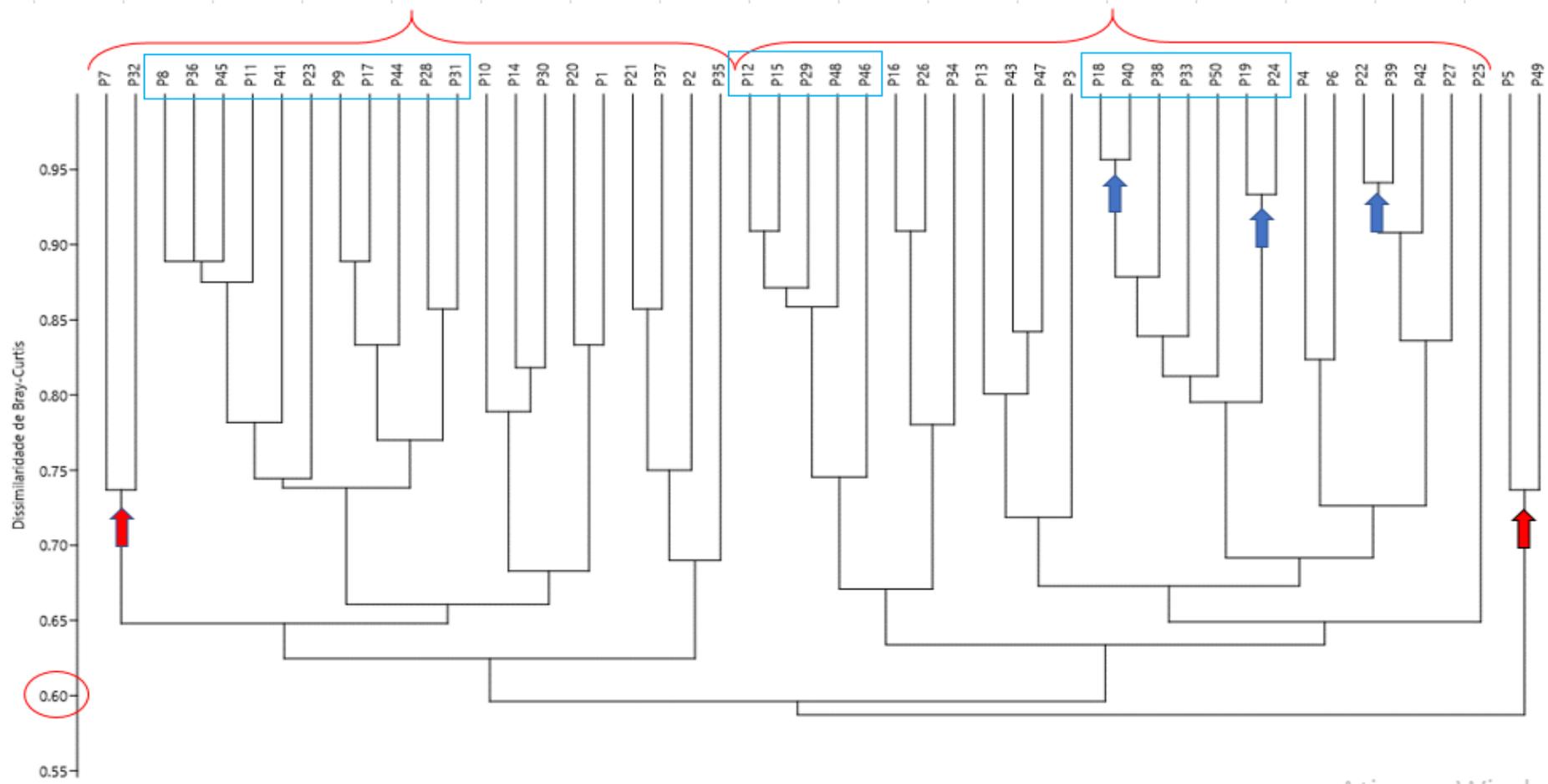
Fica evidente que o alto compartilhamento de *taxa* entre a maioria dos pontos dá-se primeiro em virtude da reduzida riqueza obtida em cada ponto, conferindo uma baixa



diversidade geral. Também cabe destacar a alta semelhança do substrato disponível no Lago Guaíba, formado basicamente por sedimentos arenosos/lodosos e material orgânico em decomposição (vegetal e proveniente das conchas de moluscos, principalmente das invasoras *L. fortunei* e *C. fluminea* além do gastrópode *Heleobia* sp.) e, resultando numa distribuição mais homogênea da composição de organismos bentônicos no sistema Guaíba.



Figura 18: Dendrograma de dissimilaridade - Bray-Curtis (cumulativo – outono, inverno, primavera e verão) entre os pontos amostrais para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos inventariada durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS.



5.4.5. Discussão

Para os pontos amostrais objeto deste estudo no Lago Guaíba, foram catalogados durante as quatro campanhas realizadas (outono, inverno, primavera e verão), 27 *taxa* por coleta direta através do amostrador draga e pertencentes a três filos e seis classes assim distribuídos: Annelida (Oligochaeta e Hirudinea), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda) e Arthropoda (Crustacea e Insecta) mais um táxon acrescido pelo método secundário de armadilhamento com substrato artificial, totalizando 28 *taxa* gerais. A abundância total acumulada foi de 27.604 registros sendo 27.080 pela draga e 524 pelo substrato artificial. A densidade foi representada basicamente pela relevante ocorrência de 04 *taxa*, que individualmente não foram classificados como dominantes (superando 50% do total registrado) porém, juntos somaram 92,5% dos registros (*Limnoperna fortunei*, *Heleobia* sp., *Corbicula fortunei* e *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta*).

Limnoperna fortunei, o mexilhão-dourado, é uma espécie exótica e invasora no Lago Guaíba que esteve presente em 35 dos 50 pontos amostrados na C1, em 36 pontos na C2, em 31 na C3 e, em 26 na C4, totalizando sua ocorrência em 46 pontos e confirmando-se em grande parte destes, como a espécie mais abundante e geralmente dominante (superando então 50% do total registrado em alguns pontos).

Os mexilhões-dourados (*L. fortunei*) formam aglomerados de altas densidades populacionais aderindo-se ao substrato duro e sobre outros moluscos através da formação de fios de bisso bastante resistentes e, por consequência, alterando totalmente a composição dos bentos e a paisagem ribeirinha (MANSUR *et al.* 2012). No Brasil, sua introdução decorre do início dos anos 90. Da primeira ocorrência na Argentina, em 1991, a espécie colonizou 60% da extensão do rio Paraguai chegando ao nosso país e, alcançando os quatro países do continente sul-americano (Paraguai, Uruguai, Brasil e Bolívia), pertencentes à Bacia do rio da Prata. No Rio Grande do Sul, foi registrada na Bacia do Lago Guaíba, no início de 1999 (MANSUR *et al.* 1999) e na Lagoa dos Patos, em 2003 (DEMETRIUS *et al.* 2003).

Heleobia sp. comporta um gênero de ampla capacidade de adaptação à diferentes tipos de substratos (areia, rochas, macrófitas), bem como à disponibilidade de alimento junto aos macroaglomerados de *Limnoperna fortunei* conforme documentado para *Heleobia piscium* (d'Orbigny, 1853) por Mansur *et al.* (2008), características estas que

provavelmente contribuem e corroboram para a ocorrência elevada deste *táxon* também nas amostras atuais realizadas no Lago Guaíba.

Já *Corbicula fluminea*, o berbigão-asiático, outra espécie exótica e invasora no sistema Guaíba de grande potencial prejudicial ecológico e econômico, apresentou alta variação de densidade entre os pontos porém esteve presente em 45 dos 50 na C1 (90%), em 48 pontos na C2 (96%) e na C3 (96%) e, em 43 na última C4 (86%), findando no cumulativo como ocorrente em todos os pontos amostrais.

A presença de espécies exóticas dentro do grupo de invertebrados aquáticos é muito comum principalmente entre os moluscos. A introdução pode ser acidental, como no caso de larvas e adultos transportados em águas de lastro, cascos de navios, ou proposital, quase sempre associadas por razões socioeconômicas (MUGNAI *et al.*, 2010).

Contemplando-se mais um *táxon* de relevância numérica registrado desde a primeira campanha amostral vinculado ao outono (n= 993) tem-se o registro aparentemente raro de *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta*, única espécie de efemeróptera da família Ephemeraeidae ocorrente no Brasil e que, obteve recentemente sua redescoberta para a região sul (50 anos após o único registro formal conhecido) e o seu primeiríssimo registro para o Estado do Rio Grande do Sul contemplando duas áreas de amostragem: a Estação Ecológica do Taim e as margens do Guaíba (RAIMUNDI & FREITAS, 2019). Durante o inverno, a espécie reduziu um pouco sua densidade (n= 888) mas seguiu com ampla distribuição. Já na primavera e no verão, a redução de abundância e distribuição foi ainda maior com respectivos n= 253 e n= 79. Devido ao alto interesse ecológico atual no *táxon* e a possibilidade de contribuir cientificamente com informações da distribuição espacial no Lago Guaíba e suas flutuações populacionais com relação à sazonalidade, após o fechamento do ciclo anual de coletas os dados serão apresentados para os autores da redescoberta afim de trazermos à luz da Ciência os resultados relevantes da espécie.

Ainda que nenhuma espécie inventariada no presente diagnóstico esteja ameaçada em nível nacional ou estadual, destaca-se que a potencialidade da ocorrência não era descartada, visto que as áreas contemplam faixas de distribuição geográfica dos moluscos *Leila blainvilliana*, *Anodontites iheringi*, *Diplodon iheringi*, *Diplodon koseritzi* e *Mycetopoda legumen* (FONTANA *et al.*, 2003). Segundo a atualização da lista brasileira (ICMBio, 2018; MMA, 2014), *L. blainvilliana*, *A. iheringi* e *D. iheringi*, por sua vez, não estão mais classificadas e, as duas últimas espécies permanecem classificadas como “Em perigo” (EN). Destaca-se também que embora o gênero *Diplodon* tenha sido reportado, a identificação específica

descartou a possibilidade de pertencer a *D. koseritzi* perante as bibliografias disponíveis (MANSUR *et al.* 2012, MANSUR *et al.*, 2006). Destaca-se, por fim, *Castalia martensi*, táxon de Bivalvia acrescido no inverno, considerada endêmica para o Brasil com ocorrência no Rio Grande do Sul e classificada como Vulnerável (VU) pela IUCN (2021-1).

Em suma, a análise de macroinvertebrados bentônicos realizada no conjunto das quatro campanhas de amostragem (outono, inverno, primavera e verão), mostra que o ecossistema do Lago Guaíba encontra-se cronicamente alterado em virtude do cumulativo de despejos tanto de origem cloacal quanto industrial de seu entorno e de seus sistemas contribuintes (Caí, Jacuí, Sinos), tendo em vista a baixa diversidade de *taxa* registrados além de que organismos especialistas foram menos abundantes e as espécies tolerantes aparentemente se multiplicam rapidamente, sem competição por espaço, nutrientes ou outros recursos. Esta condição foi constante para basicamente todos os pontos amostrados e seguiu constante durante a escala temporal pretendida que contemplou um ciclo sazonal completo, confirmando ainda menos qualidade durante os períodos mais quentes. De qualquer maneira, o Lago Guaíba mantém percentuais aceitáveis de oxigenação, inclusive está na categoria 2 do CONAMA, em decorrência dos inúmeros corpos hídricos lóticos que desaguam em suas águas além dos ventos que contribuem para a movimentação superficial.

Cabe ressaltar ainda que os macroinvertebrados bentônicos são ótimos organismos bioindicadores e que seu uso funciona como uma ferramenta de vigilância, acompanhando as condições e todo o fluxo do ambiente aquático com o objetivo de revelar impactos decorridos e também, atuando como reguladores visto a possibilidade de uso destes como contraprova às ações causadoras de danos ambientais (SILVEIRA, 2004).

Torna-se imprescindível que o presente diagnóstico contemple o máximo de resultados sobre a composição, a distribuição e as flutuações temporais deste grupo. E, em um primeiro momento, embora a macrofauna bentônica represente uma composição bem distribuída, tanto espacialmente quanto temporalmente e composta de *taxa* mais tolerantes às adversidades já encontradas no Guaíba, destaca-se como um importante organismo indicador a efêmera “rara” *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* que esteve presente nas quatro estações em 30 dos 50 pontos amostrais no cumulativo das campanhas (Anexo 6).

Os resultados apresentados para a espécie representaram uma redução acentuada e gradativa da C1 (outono) até a C4 (verão) e uma distribuição aparentemente homogênea para a matriz amostral com uma tendência preferencial às áreas marginais, que condizem com os registros apresentados por Raimundi & Freitas (2019) também para o Guaíba. Ressalta-se que a continuidade do monitoramento com foco nesta espécie, seria de grande importância para compreender possíveis padrões temporais de reprodução, por exemplo, visto que um único ciclo não traz conclusões possíveis já que outros fatores externos podem ter influência sobre essa dinâmica populacional. Com base nos dados, o período mais frio contabilizou a maior densidade de organismos, salientando-se ainda, que os resultados condizem com a coleta em estágio juvenil (ninfa), quando estas são aquáticas e, particularmente associadas diretamente ao substrato arenoso-lodoso por serem organismos fossoriais.

Ainda ressalta-se que não só os bentos contribuíram com registros raros no Guaíba e que o mapa de distribuição de bioindicadores (Anexo 6) contabilizou também a ocorrência de alguns registros do zooplâncton. Neste sentido, salienta-se os pontos P2, P9, P14, P38 e P41 que somaram os registros da *H. (P.) albivitta* mais registros de organismos zooplanctônicos. Em comum, estes pontos localizam-se mais direcionados à margem esquerda do Rio Guaíba (considerando montante – jusante), principalmente os três primeiros que também encontram-se mais ao norte e embora esta região contemple a maior urbanização, ela também parece conferir porções de menor profundidade. Ainda que, considere-se um único fator a ser relevado, seria prudente considerar estas áreas ecologicamente mais sensíveis.



6. IMPACTOS AMBIENTAIS DA MINERAÇÃO, MEDIDAS MITIGATÓRIAS E COMPENSATÓRIAS

As atividades de extração mineral são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos, comumente irreversíveis no ecossistema aquático. Dentre os principais impactos, podemos citar a elevação na concentração de material particulado, nutrientes e metais pesados, que promovem modificações estruturais na biota aquática (BRANDT, 1998; PAIVA, 2004; CHAGAS *et al.*, 2018)

Para isso, deve-se considerar o impacto gerado na base da cadeia alimentar do corpo hídrico. Com o aumento na concentração de nutrientes disponíveis na coluna d'água pelas atividades de dragagem é comum o rápido crescimento de organismos fitoplanctônicos, levando o ecossistema a um estado de eutrofização. Ao mesmo tempo, o acréscimo de material particulado nas águas pode ocasionar a redução da intensidade luminosa e, conseqüentemente, a redução da produtividade primária pelo fitoplâncton, com provável influência indireta no zooplâncton pela cascata trófica. (ABREU, 2016; SEMA, 2016; CHAGAS *et al.*, 2018).

O favorecimento de grupos da biota aquática oportunistas é frequentemente encontrado durante e após as atividades de dragagem. Quanto ao fitoplâncton, conforme Cowgill (1987) e Ferreira (2016), é comum o aumento na densidade das cianobactérias, possivelmente associado ao aporte de nutrientes disponibilizados para a coluna d'água pelos processos de extração de areia. Partindo desse pressuposto, é primordial o acompanhamento das flutuações de densidade e riqueza do grupo Cyanophyta ao longo e após as atividades de dragagem no lago Guaíba, que já apresentou *blooms* históricos de cianobactérias de importância médica/sanitária (CARVALHO, 1999; DMAE, 2011; CORAZZA, 2015; DIAS *et al.*, 2019).

Ainda em relação ao fitoplâncton, outro impacto de possível ocorrência é a eclosão dos cistos de resistência dos dinoflagelados, que tendem a eclodir quando são ressuspensos

para a coluna d'água pelas atividades de dragagens, podendo levar a picos de densidade, ou mesmo a florações inesperadas. Nesse levantamento identificamos uma espécie e dois gêneros pertencentes ao grupo, sendo a invasora *Ceratium furcoides* a mais frequente, e embora não tenha atingido elevadas densidades na malha amostral, houve o registro em todos os pontos amostrais. Nesse sentido, para minimizar eventuais implicações negativas, tais como, redução da diversidade fitoplanctônica, interferência na cadeia trófica do lago, deterioração da qualidade da água, entupimento de filtros no processo de tratamento de água e diminuição da produção pesqueira, é importante monitorar o fitoplâncton, sobretudo as flutuações de densidade *C. furcoides* durante e após os eventos de extrações de areia no lago, possibilitando a intervenção mediante *blooms*, que minimizem o impacto nesses locais. (FERREIRA, 2016; RORIZ *et al.*, 2019).

No que tange a comunidade zooplanctônica, os impactos estão relacionados a diminuição da diversidade fitoplanctônica, que serve de alimento para o grupo e a redução da qualidade da água, ocasionados principalmente, pelo aumento da turbidez e movimentação de contaminantes e nutrientes (TORRES, 2000; SEMA, 2016; CHAGAS *et al.*, 2018). Logo, espera-se que as espécies zooplanctônicas mais sensíveis, como as pertencentes aos microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) sejam mais afetadas, através da substituição por espécies mais tolerantes, como as do filo Rotifera (CALMANO & FÖRSTNER 1996; SIMÕES & SONODA, 2009; GUTIERREZ *et al.*, 2012; DE CARLI *et al.*, 2018; DINIZ, 2017) já predominantes numericamente no lago.

Dentre os rotíferos que merecem evidência inclui-se a espécie exótica e oportunista *Kellicottia bostoniensis*, que conforme nossos resultados já é altamente frequente no lago. Frente ao exposto, os impactos ocasionados pelas extrações de areia podem favorecer a dominância da mesma, acarretando no aumento da competição com espécies nativas e gerando modificações na estrutura da comunidade zooplanctônica, bem como, também em outros níveis tróficos (DE CARLI *et al.*, 2018; DINIZ, 2017). Por fim, para o zooplâncton, os registros mais relevantes foram das espécies aparentemente "raras", como *Monospilus* sp. (nova espécie em descrição), *Pseudomoina* cf. *lemnae*, primeiro registro para o Brasil e *Odontodiptomus thomseni*, já inserida anteriormente na lista vermelha de espécies

ameaçadas (IUCN), no entanto, devido à falta de estudos a mesma foi classificada como dados insuficientes.

Para os invertebrados bentônicos que são organismos visíveis a olho nu, os impactos de grande relevância são àqueles que atingem à qualidade da água e o substrato do corpo hídrico. Estes organismos podem viver no sedimento ou associados a raízes de plantas aquáticas, rochas, galhos e folhas sendo denominados bentônicos; ou na coluna d'água e/ou filme superficial, classificados como planctônicos, nectônicos ou pleustônicos (TACHE *et al.*, 1987). Os principais representantes deste grupo são os insetos, moluscos, anelídeos e crustáceos (STENERT *et al.*, 2003).

O processo de dragagem pode ser considerado o principal impacto sobre esta fauna, visto ocorrer a remoção do sedimento com os organismos ali estabelecidos. Esta remoção do substrato juntamente com a fauna bentônica também irá prejudicar o andamento de outros processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes, já que estes organismos participam de vários níveis das cadeias alimentares aquáticas (CMPC, 2014; SEMA, 2018). De Qualquer maneira, a comunidade bentônica tende a se recuperar rapidamente recolonizando o ambiente assim que cesse os principais impactos relacionados a suspensão de partículas e alterações no substrato.

É importante ressaltar que nenhuma espécie inventariada no presente diagnóstico está ameaçada em nível nacional ou estadual, porém, a potencialidade da ocorrência não é descartada, visto que as áreas de influência das futuras minerações contemplam faixas de distribuição geográfica dos moluscos *Leila blainvilliana*, *Anodontites iheringi*, *Diplodon iheringi*, *Diplodon koseritzi* e *Mycetopoda legumen* (FONTANA *et al.*, 2003). Segundo a atualização da lista brasileira (ICMBio, 2018; MMA, 2014), *L. blainvilliana*, *A. iheringi* e *D. iheringi*, por sua vez, não estão mais classificadas como ameaçadas e, as duas últimas espécies permanecem classificadas como “Em perigo” (EN).

Destaca-se, por fim, a ocorrência de *Castalia martensi*, considerada endêmica para o Brasil com ocorrência no Rio Grande do Sul e classificada como Vulnerável (VU) pela IUCN (2021-1). Outro aspecto importante corresponde a presença de *Hexagenia (Pseudeatonica)*

albivitta, única espécie do inseto efemeróptero da família Ephemeridae ocorrente no Brasil e que, obteve recentemente sua redescoberta para a região sul (50 anos após o único registro formal conhecido) e o seu primeiríssimo registro para o Estado do Rio Grande do Sul, contemplando duas áreas de amostragem: a Estação Ecológica do Taim e as margens do Guaíba (RAIMUNDI & FREITAS, 2019). A espécie foi novamente catalogada em todas as quatro campanhas de amostragens do presente levantamento em 30 dos 50 pontos amostrais, demonstrando uma ampla distribuição na área do lago.

Com base no exposto e considerando o registro de espécies aparentemente “raras” no lago Guaíba, apresentam-se abaixo a Tabela 16 com os pontos em que houveram tais registros. Ao todo, em sete pontos amostrais (destacados em vermelho) foram catalogadas duas ou mais espécies, enquanto nos demais 28 pontos (destacados em amarelo) houve o registro de somente uma espécie. Nesse sentido, conforme a Tabela 16, os pontos P2, P3, P4, P9, P14, P38 e P41, enquadram-se como áreas mais sensíveis aos impactos diretos de futuras minerações de areia devido a presença de duas ou mais espécies classificadas neste estudo como “aparentemente raras”.

Em contrapartida, esses grupos ainda são pouco estudados, sobretudo o zooplâncton, que carece ainda de taxonomistas, o que resulta em grandes vazios nos mapas de distribuição e justifica a classificação dos novos registros encontrados nesse levantamento como “espécies aparentemente raras” (PERBICHE-NEVES *et al.*, 2012). Além disso, os resultados aqui apresentados incluem somente um ciclo sazonal, o que não permite delimitar a priori áreas de exclusão da atividade mineradora com base na presença ou ausência dessas espécies. Por fim, para melhor compreender a distribuição da biota aquática no lago Guaíba é necessário a execução de mais estudos, além de ampliar a amostragem para locais não investigados nesse levantamento, como por exemplo, o Saco de Santa Cruz, ao norte do lago, afim de inferir com mais afinco se a distribuição seguirá similar ao longo do tempo, ou ainda se novos registros serão adicionados a lista de composição da biota aquática.

Tabela 16- Distribuição do zooplâncton aparentemente raro (*Monospilus* sp. [nov], *Pseudomoina* cf. *lemanae* e *Odontodiaptomus thomsoni*) além do macroinvertebrado *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* nos 35 pontos de registros) catalogados durante o levantamento da biota aquática no Lago Guaíba/RS. Em amarelo: um registro; em vermelho: dois ou mais registros.

Pontos	ZOOPLÂNCTON			MACROINVERTEBRADO	Total
	<i>Monospilus</i> sp. (NOV)	<i>Pseudomoina</i> cf. <i>lemanae</i>	<i>Odontodiaptomus</i> <i>thomsoni</i>	<i>Hexagenia</i> (<i>Pseudeatonica</i>) <i>albivitta</i>	Registros
P1				X	1
P2		X		X	2
P3	X	X			2
P4	X	X	X		3
P6				X	1
P7		X			1
P8				X	1
P9		X		X	2
P10				X	1
P11				X	1
P12		X			1
P14		X		X	2
P15		X			1
P17				X	1
P18				X	1
P19				X	1
P20				X	1
P21				X	1
P23				X	1
P24				X	1
P25				X	1
P28				X	1
P-30				X	1
P31				X	1
P32				X	1
P33				X	1
P35				X	1
P36				X	1
P37				X	1
P38			X	X	2
P40				X	1
P41			X	X	2

Pontos	ZOOPLÂNCTON			MACROINVERTEBRADO	Total
	<i>Monospilus</i> sp. (NOV)	<i>Pseudomoina</i> cf. <i>lemanae</i>	<i>Odontodiptomus</i> <i>thomseni</i>	<i>Hexagenia</i> (<i>Pseudeatonica</i>) <i>albivitta</i>	Registros
P44				X	1
P45				X	1
P50				X	1

Considerando a impossibilidade de restrição das atividades de mineração no lago mesmo frente a ocorrência das “espécies aparentemente raras” associado à ampla distribuição da biota aquática no lago,” sugere-se que outros preditores sejam considerados para indicar zonas proibitivas às atividades de mineração. Dentre estas, indica-se restringir uma região com a finalidade de preservar a biodiversidade planctônica e bentônica dos impactos diretos da mineradora, bem como para garantir a conservação das espécies aparentemente “raras” aqui catalogadas. Além disso, é fundamental atender as restrições básicas já descritas em estudos pretéritos, como, distanciamento mínimo de 60 metros das margens do lago e das ilhas, proteção dos pontos de captação de água bruta, o canal de navegação, as rotas de transporte e as áreas ocupadas por estruturas de saneamento (ECOPLAN, 2016; RAMOS, 2019).

Dentre as diferentes áreas do lago Guaíba destaca-se a porção sul, que conforme SEMA (2016) compreende a região em que estão inseridas as áreas de maior importância ecológica, devido a presença da Reserva Biológica do Lami (RBL) e do Parque Estadual de Itapuã (PEI). Desse modo, sugere-se a conservação dessa região inserida a jusante, restringindo-se 10 pontos dos 50 monitorados (P24, P25, P31, P32, P37, P38, P41, P45, P49 e P50), pontos estes, que seriam então, excludentes às atividades de mineração. Cabe ainda salientar que relacionando às ocorrências das “espécies aparentemente raras” praticamente todos estes 10 pontos contemplam registros (à exceção de P49) da efemeróptera *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* e dois (P38 e P41) do zooplâncton *Odontodiptomus thomseni*. Como os registros cabem ao cumulativo de um único ciclo sazonal, novamente reforça-se a importância de réplicas temporais para a distribuição biótica dos grupos aqui representados, porém já consolida-se a importância de conservação desta região, inclusive para manutenção dos registros do atual levantamento.

Além disso, conforme diagnóstico do plano da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba (PBHLG) (ECOPLAN, 2016), algumas regiões do lago possuem melhores índices de qualidade de água, incluindo o Saco de Santa Cruz (não amostrado nesse levantamento), com Classe 1 e a região inserida a jusante, próximo do Lami e Itapuã como Classe 1 e 2, reforçando, portanto, a indicação dessa região a jusante para assegurar a qualidade ambiental dos recursos hídricos e conseqüentemente a preservação da biota aquática.

Também cabe destacar as recomendações quanto a presença de Unidades de Conservação no entorno do lago Guaíba (ECOPLAN, 2016; SEMA, 2016; STOLZ, 2016; RAMOS, 2019), que em atendimento ao Código Estadual do Meio Ambiente (Lei Estadual nº 15.434/2020) condiciona a utilização dessas áreas também às regras específicas contidas no Plano de Manejo de cada UC, bem como, a sua respectiva zona de amortecimento. Deste modo, unindo-se das legislações e dos resultados apresentados, é imprescindível que algumas áreas de maior importância ecológica sejam plenamente conservadas mediante a mineração de areia e que ocorra um manejo adequado tanto espacial quanto temporal aprovado previamente pela SEMA atrelado às licenças de empreendimentos de mineração.

Ademais, recomenda-se também a preservação e recomposição da vegetação marginal, que são importantes barreiras de sedimento, impedindo e/ou reduzindo o carreamento de partículas do solo e outros compostos para o corpo hídrico, que possam reduzir a qualidade da água e conseqüentemente afetar negativamente a biota aquática (SOUZA, 2012; CHAGAS *et al.*, 2018). Em síntese, os impactos efetivos dependerão da magnitude espacial e temporal de tais alterações, que devem ser monitoradas através da aplicação de indicadores de qualidade da água, tanto pelo controle dos dados abióticos e bióticos (temperatura, condutividade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, clorofila-a e nutrientes) como pelo monitoramento da biota aquática durante e após as intervenções ambientais decorrentes do processo de dragagem.

Ainda, cabe ressaltar que impreterivelmente os métodos de coleta e análises da biota aquática aplicados nesse levantamento deverão ser seguidos em estudos posteriores que objetivam o licenciamento à extração de areia no Lago Guaíba, possibilitando comparações



do presente levantamento com estudos futuros na região. Essas medidas serão essenciais para o entendimento do comportamento do ecossistema aquático e dos grupos biológicos aqui investigados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento da biota aquática no Lago Guaíba possibilitou, na conclusão da quarta campanha, a identificação de 111 *taxa* fitoplanctônicos, 125 *taxa* zooplanctônicos e 28 *taxa* pertencentes a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, considerando-se para este último grupo, a coleta através do amostrador draga (S= 27) e a riqueza exclusiva (S= 01) que somou-se a partir das armadilhas de substrato artificial referente a efêmera Leptophlebiidae mais associada à águas mais correntes.

Em relação ao plâncton, constata-se em geral a predominância de *taxa* de comum ocorrência nos ecossistemas aquáticos continentais, sendo a maior parte considerada de hábito oportunista. Para fitoplâncton, destaca-se o gênero *Aulacoseira* sp., que alcançou os relevantes 97% da densidade relativa acumulada, com *bloom* na campanha de outono, onde o gênero perfez 99,6% do total de organismos registrados. Este gênero é classificado como de importância médico sanitária, uma vez tende a deixar sabor e forte odor de “terra” na água. Sua alta representatividade era esperada, uma vez que o gênero é de comum ocorrência na bacia hidrográfica do lago Guaíba, inclusive em altas densidades. Além do *bloom* registrado no outono, os resultados aqui encontrados demonstram que *Aulacoseira* sp. está espacialmente bem distribuída em toda a área do lago, indicando boa adaptação as condições ambientais locais do sistema em questão.

Na sequência, destaca-se a espécie exótica e invasora *Ceratium furcoides*, que embora tenha sido registrada em baixa densidade (0,34% da densidade relativa acumulada) principalmente quando comparado com *Aulacoseira* sp., registra a importância do seu monitoramento no lago Guaíba, pois em caso de picos de densidade, ou até mesmo florações é possível prever eventuais consequências negativas, tais como, a interferência na cadeia trófica do lago, entupimento de filtros durante o processo de tratamento de água e diminuição da produção pesqueira.

Ressalta-se também a ocorrência do Filo Cyanobacteria que são potencialmente produtores de toxinas e altamente competidoras, suprimindo o desenvolvimento dos demais gêneros. Cabe alertar que os valores de densidade desse grupo é um fator que requer atenção, pois podem formar florações e produzir toxinas, causando diversos impactos ambientais negativos no meio ambiente e constituindo também um problema de saúde pública, já que a presença dessas toxinas pode interferir diretamente na saúde da

população. Embora os valores de densidade tenham sido superiores na atual amostragem de verão, ainda assim, não indicam risco momentâneo, e estão dentro do preconizado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas Classe 2 como o sistema Guaíba.

Dentre o ciclo sazonal avaliado, para o plâncton cabe destacar a estação inverno, que possibilitou um aumento expressivo na riqueza, de 23% para o fitoplâncton e mais de 50% para zooplâncton. Em geral, o plâncton apresenta rápida resposta quando são expostos as variações ambientais, sendo que esse aumento na riqueza no inverno pode estar associado ao carreamento de espécies de ambientes adjacentes para o leito do Lago Guaíba, pela ação das chuvas, bem como ao efeito de diluição, refletindo na redução da competição. Já para a fauna bentônica, mesmo com a ampla diversidade atribuída ao grupo, os incrementos entre as estações ocorreram de maneira mais tímida, mas contínua em todas as campanhas mesmo com uma redução gradual da riqueza geral catalogada em cada estação.

No que concerne a densidade planctônica, registrou-se maior densidade na atual amostragem de verão, excluindo o outono para fitoplâncton, que, como já mencionado deteve o *bloom* de *Aulacoseira* sp. Para o zooplâncton, a campanha de verão representou 48% do total de indivíduos contabilizados nesse levantamento. A alta densidade encontrada no verão pode estar vinculada ao período de seca, que de forma contrária ao inverno, não sofre com o efeito de diluição advindo das chuvas, refletindo na permanência restrita dos organismos a calha principal do interior dos lagos e, aumentando assim, sua densidade.

O zooplâncton, por sua vez, foi caracterizado pela maior prevalência do Filo Rotifera, tanto em termos de densidade quanto em riqueza. Dentre os grupos zooplanctônicos, os rotíferos apresentam o menor ciclo de vida e a maior capacidade de adaptação as mudanças ambientes e associado ao fato de serem organismos oportunistas, condicionam os rotíferos a representarem a maior parte do zooplâncton dos ambientes aquáticos continentais. Os gêneros dominantes no cumulativo das estações foram *Polyarthra* sp., *Keratella tropica* e *Synchaeta* sp., já reportados anteriormente para a região, inclusive em altas densidades, sugerindo que se encontram bem adaptados as condições ambientais locais da região.

É importante mencionar o registro da espécie exótica de rotífero *Kellicottia bostoniensis* no inverno e primavera, que conforme frequência de ocorrência nessas estações, encontra-se bem distribuída na área amostrada. Esse rotífero é comum na

América do Norte e mais recentemente foi introduzido no Brasil, podendo apresentar alto potencial de invasão e competir com espécies nativas, levando a modificações na estrutura da comunidade zooplanctônica. Apesar de não ser o *táxon* mais representativo, o monitoramento de seu processo de invasão é necessário principalmente para avaliar os possíveis impactos sobre as populações zooplanctônicas.

Ainda para o zooplâncton, houve o registro de uma espécie nova em descrição nas coletas de inverno (*Monospilus* sp. (nov)) e novos registros para o território brasileiro, das espécies aparentemente “raras” *Pseudomoina* cf. *lemnae* e *Odontodiptomus thomsoni*. *O thomsoni* já foi incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas (IUCN), no entanto, devido à falta de estudos foi classificada como dados insuficientes. O registro desse copépode no Lago Guaíba corresponde ao terceiro em escala mundial.

No que tange aos registros da primavera (C3), cabe alertar a alta dominância das larvas de bivalves. Acredita-se que a elevada densidade registrada seja atribuída as duas espécies de molusco bivalve exóticos e muito abundantes no lago Guaíba, *L. fortunei* e *C. flumínea* que devido a alta similaridade morfológica entre ambas não foram identificadas em nível de espécie. A maior representatividade numérica desses organismos na primavera pode estar vinculada ao ciclo reprodutivo dessas larvas, que embora seja contínuo ao longo do ano, na primavera é esperado que ocorram picos de alta densidade, já relatado anteriormente no lago Guaíba para o mexilhão-dourado, inclusive em outubro, mesmo mês que ocorreram as coletas da primavera.

Quanto aos estratos avaliados para a comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica, pode ser observada uma certa homogeneidade na coluna d’água, tanto em relação a composição inventariada quanto aos parâmetros ecológicos analisados. Essa maior uniformidade na estrutura do plâncton é esperada, uma vez que, o Lago Guaíba possui baixa profundidade de lâmina d’água e maior incidência de ventos na região, que gera turbulência e resulta em processos de mistura entre os estratos avaliados. Para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, assim como mencionado anteriormente, não foram realizadas coletas nos estratos, visto que, há poucos registros no plâncton para o grupo, e neste caso acabam integrando a fauna zooplanctônica como as larvas de Bivalve, aqui contabilizadas no zooplâncton.

Para a comunidade bentônica os *taxa* mais representativos pertencem ao Filo Mollusca, sendo os representantes encontrados majoritariamente exóticos e altamente

invasores, a exemplo, *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea*. Esses dois (02) taxa mencionados são comuns por causarem problemas de ordem ecológica e econômica, visto que *L. fortunei* formam macroaglomerados, que além de servirem de substrato para *Heleobia* sp., também registrada com elevada abundância nas quatro campanhas, ocasionam o entupimento de canos e danificam os cascos e sistemas de captação de água das embarcações. Além disso, a formação dos macroaglomerados é potencializada pela presença de *Corbicula fluminea* que é utilizada como substrato para o *L. fortunei*. Como resultado, a presença desses dois (02) taxa exóticos altera os microhabitats e a estrutura natural da fauna bentônica.

No que concerne a composição da biota aquática, a maior parte dos taxa catalogados são de comum ocorrência para a região da bacia hidrográfica do Guaíba e com o ciclo sazonal completo apresentado já é possível identificar padrões sazonais característicos de cada comunidade, a exemplo do bloom de *Aulacoseira* sp. no outono, elevada riqueza do plâncton no inverno e altas densidades de larvas de Bivalves na primavera. Além disso, com os resultados cumulativos é possível inferir que os ambientes monitorados encontram-se impactados pela ampla distribuição espacial e temporal na malha amostral de espécies exóticas e invasoras para os três grupos biológicos aqui investigados (*C. furcoides*, *K. bostoniensis*, *L. fortunei* e *C. fluminea*), sendo em alguns casos reportados em elevada abundância, como *L. fortunei* e *C. fluminea*. As flutuações dessas espécies devem ser monitoradas no lago Guaíba, já que as espécies exóticas invasoras representam a segunda maior causa global de perda de biodiversidade, com significativos impactos negativos aos ambientes onde se estabelecem.

Em síntese, a composição da biota aquática no cumulativo das quatro estações foi relativamente similar espacialmente, sendo que as maiores oscilações estruturais, como citado acima, ocorreram entre as estações do ano. Em contrapartida, alguns padrões foram observados entre os pontos amostrais. O P2, localizado próximo a Usina do Gasômetro atingiu a maior riqueza planctônica (fitoplâncton e zooplâncton), juntamente com a maior diversidade e equitabilidade para o fitoplâncton. Este ponto também apresentou registros de espécies consideradas mais raras como a efêmera fossorial *Hexagenia (Pseudeatonica) albivitta* e o zooplâncton *Pseudomoina* cf. *lemnae*, primeiro registro para o Brasil. Já o P3, deteve a maior riqueza e abundância para os macroinvertebrados bentônicos, associado a menor densidade para o zooplâncton. No que tange a diversidade, observa-se maiores valores nos pontos inseridos na porção centro-sul do lago, para o zooplâncton (P23, P35 e P49) e macroinvertebrados bentônicos (P24, P25

e P40). Ao mesmo tempo, quanto a composição, os resultados visualizados nos índices de similaridade, evidenciam um alto compartilhamento espacial de *taxa*, para os três grupos biológicos aqui investigados, sendo superior a 50% em todos os pareamentos, indicando uma ampla distribuição dos *taxa* em toda a área amostral, estando as diferenças nos valores encontrados associados a presença/ausência de determinados *taxa* de forma espacialmente aleatória.

Em síntese, os grupos que compõem a biota aquática investigada nesse levantamento ainda são pouco estudados, sobretudo o zooplâncton, de forma que ainda existem grandes vazios nos mapas de distribuição dessas espécies, o que explica a classificação dos novos registros encontrados nesse levantamento como “espécies aparentemente raras”. Nesse sentido, com base apenas na ocorrência dessas espécies não é possível restringir as atividades de mineração no lago e, portanto, sugere-se que a priori outros preditores sejam considerados para indicar zonas proibitivas as atividades de mineração, como as citadas acima no item “impactos ambientais da mineração, medidas mitigatórias e compensatórias”.

Ainda assim, em decorrência dos resultados apresentados principalmente para as espécies aparentemente “raras” determinadas como possíveis bioindicadores, considera-se relevante a continuidade do monitoramento para que as tendências de ocorrência generalizada tanto temporal quanto espacialmente possam, de fato, ser melhor aferidas e, assim, realmente consideradas conclusivas. Além disso, com o advento de mais amostragens será possível inferir com mais afinco se os padrões aqui observados se repetem em outros ciclos sazonais, como por exemplo, o *bloom* do fitoplâncton *Aulacoseira* sp., gênero de importância médico sanitária, que atingiu quase a totalidade dos organismos da estação outono.

Por fim, conforme resolução CONAMA 357/2005 a média calculada para os parâmetros físico-químicos analisados nos cinquenta pontos monitorados, enquadra as águas do Lago Guaíba na Classe 2 de qualidade de água. De fato, esse resultado está dentro do esperado, já que grande parte das águas do lago Guaíba são Classe 2, com melhores índices esperados para a região a jusante e ao norte no Saco de Santa Cruz (Classe 1). Partindo do exposto, pressupõe-se que os valores dos parâmetros mensurados em cada estação não são prejudiciais para o desenvolvimento e estabelecimento da biota aquática, por sua vez, podem até favorecer a fauna bentônica ao considerarmos os valores em média elevados de oxigênio dissolvido obtidos, sobretudo no outono e inverno, quando as densidades



foram mais elevadas mesmo se tratando de um ambiente lântico, que tende a apresentar menor oxigenação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Impacto da atividade de dragagem sobre a estrutura da assembleia zooplanctônica no porto de Aratú, Baía de Todos os Santos, Bahia, **monografia**, Universidade Federal da Bahia, 2016

ALBANUS, S. D'O.; SILVEIRA, T. C. L.; ALVES, T. P; FONTOURA, N. F. Efeito de Fatores Ambientais sobre a riqueza de Macroinvertebrados Bentônicos do Lago Guaíba, Rio Grande do Sul. XIV **Salão Iniciação Científica da PUCRS**, 2013.

ALMEIDA PRADO, M. S.; LANSAC TÔHA, F. A. The distribution of brackish water Calanoida (Copepoda) along the coasts of Brazil. **Hydrobiologia (The Hague)**, v. 113, p. 147-150, 1984.

ALMEIDA, V. D. S.; DANTAS, Ê. W.; MELO-JÚNIOR, M. D.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. D. C.; Moura, A. D. N. Zooplanktonic community of six reservoirs in northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 57-65, 2009.

ALVES, T. P. Padrão de ocupação de habitat das espécies dominantes de characiformes do Lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) em função de parâmetros ambientais naturais. **Tese de doutorado**, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2015.

AMARAL, A.C.Z.; RIBEIRO, C.V.; MANSUR, M.C.D.; SANTOS, S.B.; AVELAR, W.E.P; MATTHEWS-CASCON, H.; LEIE, F.P.P; MELO, G.A.S.; COELHO, P.A.; BUCKUP, L.; VENTURA, C.R.R.; TIAGO, C.G. A situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio ambiente, Brasília, Brasil: Série Biodiversidade, 157-301, 2008.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1989.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C. D.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 61-72, 2007.

AZEVEDO, A. C. G. D.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.

BACHI, F. A.; BARBOZA, E. G.; TOLDO JR, E. E. Estudo da sedimentação do Guaíba. **Ecos**, v. 17, p. 32-35, 2000.

BAMBI, P.; DIAS, C. A. A.; SILVA, V. P. Produção primária do fitoplâncton e as suas relações com as principais variáveis limnológicas na baía das pedras pirizal nossa senhora do livramento, pantanal de Poconé-MT. **Uniciências**, v. 12, n. 1, 2008.

BRANDT. Estudo de impacto ambiental, mineração Serra da Fortaleza (MG), meio ambiente, v.1,2,3, Belo Horizonte, 244p. BELLINGER, E. G.; SIGEE, D. C. Freshwater algae: identification, enumeration and use as bioindicators. **John Wiley & Sons**, 2015.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Amostragem De Invertebrados Bentônicos. Amostragem em Limnologia, São Carlos-SP: Rima. 371p, 2004.

BOGDAN, K. G.; GILBERT, J. J.; STARKWEATHER, P. L. In situ clearance rates of planktonic rotifers. In: **Rotatoria**. Springer, Dordrecht, p. 73-77, 1980.

BOM-FIM, F. D.F.; SCHWIND, L. T. F.; BONECKER, C. C.; LANSAC-TÔHA, F. A. Variação espacial de rotíferos planctônicos: diversidade e riqueza de espécies. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 19, n. 1, p. 45-56, 2015.

BORGES, M. G.; PEDROZO, C. S. Zooplankton (Cladocera, Copepoda and Rotifera) richness, diversity and abundance variations in the Jacuí Delta, RS, Brazil, in response to the fluviometric level. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n. 1, p. 101-110, 2009.

BRAGHIN, L. D. S. M. **Estruturação funcional do zooplâncton no espaço e no tempo em uma planície de inundação Neotropical**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

BUCKUP, L.; NORO, L. K.; BOND-BUCKUP, G. Os “lagostins-de-água-doce” da bacia do Guaíba – um caso de endemismo no sul do Brasil (Crustacea, Parastacidae), 1971. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/lagoguaiba/eventos/MostraTrabalhos/trabalhos/33-Buckup%20et%20al%20lagostins.pdf>>.

BUZELLI, G. M & CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n. 1, 2013.

CABRAL, C. R. Padrões de diversidade α (alfa) e β (beta) zooplanctônica em lagos tropicais: a importância da estrutura do habitat e da identidade das espécies. 2015.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALMANO, W.; AHLF, W.; FÖRSTNER, U. Sediment quality assessment: chemical and biological approaches. In: **Sediments and toxic substances**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1996. p. 1-35.

CAMPOS, J. R. C.; LANSAC-TÔHA, F. A.; NUNES, M. A.; GARCIA, A. P. P.; PRADO, F. R. Composição da comunidade zooplancônica de três lagoas da ilha Porto Rico na planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 8, p. 183-194, 1996.

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

CARVALHO, Eudimar Nascimento de. Avaliação sazonal de variáveis limnológicas e grupos fitoplânctônicos na foz dos principais rios formadores do Lago Guaíba (RS), com ênfase em *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999.

CESAR, D. A. S.; HENRY, R. Is similar the distribution of Chironomidae (Diptera) and Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in a river and a lateral fluvial area? **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 29, 2017.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 25 de jun. de 2021.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo, p. 325-325, 2011.

CHAGAS, Vinicius de Oliveira; BONECKER, Sérgio Luiz Costa; CRUZ, Mariana Brasil da. Avaliação ambiental de atividade de dragagem através da aplicação de indicadores de qualidade da água. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 10, p. 753-770, 2018.

CMPC Celulose Riograndense. 2014. Licenciamento do conjunto de obras infra-estruturais realizadas pela CMPC: construção do Novo Emissário de Efluentes, dragagem e ampliação do Berço-Sul.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357/2005**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e

diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CORAZZA, Rosana. Identificação de florações de algas no Lago Guaíba com uso de imagens de satélite e espectrorradiometria de campo. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

COWGILL, U. M. Changes in nitrogen, phosphorus and phytoplankton composition during the past decade in the Bay of Aratu, Salvador (Bahia) Brazil. **Archiv fur Hydrobiologie**. Stuttgart, v. 111, n. 1, p. 1-14, 1987.

DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 53-58, 2013.

DE ALMEIDA PRADO POR, M. S.; LANSAC TÔHA, F. A. The distribution of brackish water Calanoida (Copepoda) along the coasts of Brazil. **Hydrobiologia (The Hague)**, v. 113, p. 147-150, 1984.

DE-CARLI, B. P.; ALBURQUERQUE, F. P. D.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. Comunidade zooplancônica e sua relação com a qualidade da água em reservatórios do Estado de São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, 2018.

DE-CARLI, B. P. Zooplâncton como indicador da qualidade ambiental em reservatórios do estado de São Paulo. 2019.

DE-CARLI, B. P. & MANZI-DECARLI, A. Primeiro registro do rotífero invasor *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) na lagoa da Vila Cosmo, São Paulo, Brasil. **Anais do Encontro Nacional de Pós Graduação**, v. 1, n. 1, p. 128-131, 2017.

DINIZ, L. P. **Microcrustáceos planctônicos (Cladocera e Copepoda) de reservatórios do semiárido neotropical: biodiversidade, espectro de tamanho e mortalidade**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.

DIAS et al., Avaliação de cianobactérias e relação com nutrientes no lago Guaíba (Cais Mauá), em Porto Alegre (Rio Grande do Sul – Brasil). 2012.

DMAE - DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA DE ESGOTOS. A ocorrência de florações no Lago Guaíba, 2011.

DMAE – DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. Relatório Anual da Qualidade da Água 2016. Porto Alegre, 2019. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/relatorio_anual_qualidade_de_agua_2016.pdf. Acesso em: 25 de jun 2021.

DOMIS, L. N.; ELSEER, J. J.; GSELL, A. S.; HUSZAR, V. L.; IBELINGS, B. W.; JEPPESEN, E.; LÜRLING, M. Plankton dynamics under different climate conditions in tropical freshwater systems (a reply to the comment by Sarmento, Amado & Descy,). **Freshwater Biology**, v. 58, n. 10, p. 2211-2213, 2013.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. 1997.

ECOÁGUAS. Aracruz Celulose S.A. Complementação ao EIA-RIMA. Terminal Guaíba. Relatório técnico não publicado e encaminhado a FEPAM. 88pp. 2007.

ECOPLAN. Plano de Bacia do Guaíba - Relatório Final Síntese (RS) e SIG -REVISÃO 01, 2016.

ELER, Márcia Noélia *et al.* Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu-SP. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 16, p. 41-56, 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Editora Interciência. 2°. ed. Rio de Janeiro, 602 p,2011.

FEPAM. Relatório da qualidade da água superficial do estado do rio grande do sul. 2020.Disponível:http://www.fepam.rs.gov.br/noticias/arg/2020_QUALIDADE_AGUA_SUPERFICIAL_RS.pdf. Acesso em: 25 de jun. de 2021

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). Guía para la determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán, 282 p, 2001.

FERREIRA, Aline Nogueira. Avaliação do impacto da dragagem sobre associação fitoplanctônica do porto de Aratu, Baía de Todos os Santos, Bahia, **dissertação de mestrado**, Universidade Federal da Bahia, 2011.

FERREIRA, Aline Nogueira. Efeitos da Dragagem sobre a Qualidade da Água e Estrutura da Assembleia Fitoplanctônica em dois Ambientes Costeiros Tropicais da Baía de Todos os Santos, Brasil, **tese de doutorado**, Universidade Federal da Bahia, 2016.

FIALEK, C. G. **Restabelecimento da comunidade zooplanctônica em uma lagoa temporária Neotropical: regime hidrológico e formas de dormência**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2018.

FONTANA, C. S.; REIS, R. E. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. **Edipucrs**, 2003.

FREIRY, R. F. (no prelo). First record of *Odontodiptomus thomseni* Brehm (1933) (Copepoda, Calanoida) in Rio Grande do Sul state, Brazil.

FREIRY, R. F.; GOUVEA, A.; BECKER, J.; LANSAC-TÔHA, F. A.; LANSAC-TÔHA, F. M.; PIRES, M. M.; MALTCHIK, L. Community structure and concordance patterns among zooplankton life stages in subtropical temporary ponds. **Aquatic Ecology**, v. 54, n. 1, p. 257-270, 2020.

FREIRY, R. F. **Distribuição espacial e diversidade da comunidade zooplanctônica em áreas úmidas no sul do Brasil**, tese de doutorado, 2019.

GAZULHA, V. **Zooplâncton límnico: manual ilustrado**. Technical Books Editora, 2012.

GHETTI, P. F. I macroinvertebrati nell'analisi di qualit`a dei corsi d'acqua. Provincia Autonoma di Trento. ISSN 0393-5736: 111 pp.1986.

GOMES, E. A. T.; GODINHO, M. J. L. Bactérias e protozoários em ambientes aquáticos: amostragem e análise. **Amostragem em Limnologia. São Carlos: Rima**, p. 121-132, 2004.

GOMES, M. M. D. C. C. **Estrutura e composição em espécies da comunidade zooplanctônica de lagoas naturais da região de Lagoa Santa, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology letters**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GUTIERREZ, M. F.; GAGNETEN, A. M.; PAGGI, J. C. Exposure to sublethal chromium and endosulfan alter the diel vertical migration (DVM) in freshwater zooplankton crustaceans. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 1, p. 37-47, 2012.

HAHN, M. A. & VON ELERT, E. The impact of diel vertical migration on fatty acid patterns and allocation in *Daphnia magna*. **PeerJ**, v. 8, p. e8809, 2020.

HAMMER, O.; HARPER, D. A.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HUYS, R. & BOXSHALL, G. A. Copepod evolution. The Ray Society, London. 468p, 1191.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 26 de jun. de 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados. 1. ed., Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.

ISHIKAWA, K. Phytoplankton functional group dynamics explain species abundance distribution in a directionally changing environment, **Ecology**, v. n.95, 12, p.3335-3343, 2014.

IUCN- International Union for Conservation of Nature. Red list of threatened species, version 2013.1. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>> Acesso em fevereiro de 2021.

KAMINSKI, S. M.; BERSANO, J. G. F.; AMARAL, W. J. A. Efeitos da salinidade e dieta alimentar sobre os copépodes *Pseudodiaptomus richardi* e *Notodiaptomus incompositus* em estudos de laboratório. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 25-36, 2009.

KEPPELER, E. C. **Estudo das populações zooplanctônicas em um lago de meandro abandonado da planície de inundação do Rio Acre (Lago Amapá, Rio Branco-AC, Brasil). 1999.** 1999. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

KOCH, W. R.; MILANI, P. C.; GROSSER, K. M. **Guia ilustrado: peixes Parque Delta do Jacuí.** Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2000.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokariota, 1: Chroococcales. Gustav Fischer, Jena, v. 19. 548p, 1999.

KOMÁREK, J. Coccoid and colonial Cyanobacteria. - In WEHR, J.D. & SHEATH, R.G. (eds.). Amsterdam, Academic Press. p. 59-116, 2003.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J.; KLING, H. Filamentous Cyanobacteria. - In WEHR, J.D. & SHEATH, R.G. (eds.). **Amsterdam, Academic Press.** p. 117-196, 2003.

KOMAREK, J.; FOOT, B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chroococcales, In: HUBERPESTALOZZI, G., (Ed) **Das Phytoplankton des Süßwassers**; Systematik und Biologie. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuch – handlung, Bd 7, fasc. 1, 1044p., 1983.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae, Teil 2. Epithemiaceae, Bacillariophyceae, Surirellaceae. Pascher A, Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., & D. Mollenhauer, editors. Stugart, Germany: Gustav Fisher Verlag, 1988.

LANDA, G.G.; AGUILA, L. M. R. D.; PINTO-COELHO, R. M. Spatial and temporal distribution of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera) in a big tropical reservoir (Furnas Reservoir), state of Minas Gerais, Brazil. **Biological and Health Sciences**, v.24, n.2, 2008.

LANDA, G. G.; COLCHETE, I. V. H. Estudo da distribuição da comunidade zooplanctônica no parque Engenheiro Felisberto Neves, em Betim/MG, meio ambiente & biodiversidade, **Acta Biologica Brasiliensia**, v. 3, n. 2, 2020.

LANSAC-TÔHA, F. A. *et al.* Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 539-549, 2009.

LANSAC-TÔHA, F. A.; VELHO, L. F. M.; ZIMMERMANN-CALLEGARI, M. C.; BONECKER, C. C.; TAKAHASHI, E. M. On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Amoebozoa,

Rhizopoda) in Brazilian inland waters. III. Family Diffugiidae: Genus Diffugia. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 305-21, 2001.

LEÃO, Tarciso et al. Espécies Exóticas Invasoras. 2011.

LIMA, E. M. R.; SILVA, A. V.; LIMA, L. E. C. Metodologias acessíveis na coleta de macroinvertebrados bentônicos em ambientes lênticos, **X Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG, 2011.

LOPES, R. M.; DO VALE, R.; BRANDINI, F. P. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 46, n. 2, p. 195-211, 1998.

LOPRETTO, E. C.; TELL, G. Ecosistemas de águas continentales Metodologías para su estudio. **Ediciones Sur**, 1995.

MACHADO, A. B. N.; DRUMMOND, G. M. & PAGLIA, A. P. 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. M. M. A. **Fundação Biodiversitas**, Brasília e Belo Horizonte, 1420 p.

MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and its measurement. **Princeton University Press**, Princeton, New Jersey, 179 p, 1998.

MALABARBA, L. R.; PEREIRA, E. H. L.; SILVA, J. F. P.; BRUSCHI J. W.; FLORES-LOPES, F. Avaliação da qualidade da água através da frequência de anomalias morfológicas em peixes: estudo de caso do lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia**. PUCRS, Série Zoologia, v. 17, n. 2, p. 97-128, 2004.

MANSUR, M.C.D.; HEYDRICH, I; PEREIRA, D. RICHINITTI L.M.Z.; TARASCONI, J.C.; RIOS, E.C. Moluscos, In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (eds.). Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, **Edipucrs**. 632p. 2003.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; PEREIRA, D.; BATISTA, C. B.; SILVEIRA, M. B. D. Ocorrência de moluscos límnicos e crustáceo em macroaglomerados do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) sobre sarandi no lago Guaíba (RS, Brasil). **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 179-182, 2008.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Omega, 1983.

MARTINS, D. S.; VEITENHEIMER-MENDES, I. L.; FACCIÓNI-HEUSER, M. C. Aspectos morfológicos e de incubação em três espécies de *Corbicula Mühlfeld*, no lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (*Bivalvia*, *Corbiculidae*). **Biota Neotropica**, v. 6, 2006.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Estudo de diversidade de espécies de zooplâncton lacustre do Estado de São Paulo. **Universidade Federal de São Carlos**, 1997.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic systems of Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, n. 3, p. 527-553, 1986.

MCCARTHY, J. F.; SHUGART, L. R. (ed.). Biomarkers of environmental contamination. Boca Raton: **Lewis Publishers**, 1990.

MEES, A. Qualidade da Água em Reservatórios, 2020. Disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2205/1/Unidade_1.pdf. Acesso em março de 2021.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. **Kendall Hunt**, 1996.

MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Efeito de metais Cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 3, p. 283-289, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA. Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, 2014

MONTÚ, M.; GOEDEN, I. M. Atlas dos cladocera e copepoda (crustacea) do estuário da lagoa dos patos (rio grande, brasil). **Revista Nerítica**, v. 1, n. 2, 1986.

MÜLLER, C. C.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T.; CYBIS, L. Validação do método de Sedgwick-Rafter para a quantificação do fitoplâncton. **Revista DAE**, v. 186, p. 29-36, 2011.

NADAI, R.; HENRY, R. Temporary fragmentation of a marginal lake and its effects on zooplankton community structure and organization. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 819-835, 2009.

PAIVA, Cibele Teixeira. Melhoria da qualidade da água em bacias de decantação localizadas em área de extração de areia. **Dissertação de mestrado**, 2014.

PALAZZO, F. Ovos de resistência de cladóceros e sua contribuição para a diversidade específica do zooplâncton em uma lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual de Maringá, 2006.

PEIXOTO, R. S.; BRANDÃO, L. P. M. VALADARES, C. D. F.; BARBOSA, P. M. M. Occurrence of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) and *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 in

lakes of the Middle river Doce, MG, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 3, p. 356-360, 2010.

PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM- JÚNIOR; M. Zooplâncton de um trecho do Rio Laranjinha (Bacia do Rio Paranapanema), Estado do Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 29, n. 68/69, 2007.

PERBICHE-NEVES, G.; FAVARETO, L. R.; DE OLIVEIRA NALIATO, D. A.; SERAFIM-JÚNIOR, M. Similaridade do micro-zooplâncton e relações com variáveis ambientais em um estuário subtropical. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 1, 2010.

PERBICHE-NEVES, G. Copépodes planctônicos (Crustacea, Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai): taxonomia, distribuição geográfica e alguns atributos ecológicos, **tese de doutorado**, 2011.

PERBICHE-NEVES, G.; PORTINHO, J. L.; SERAFIM-JÚNIOR, M. Zooplâncton. **Estudos de Biologia**, v. 34, n. 83, 2012.

PERBICHE-NEVES, G.; PREVIATTELLI, D.; NOGUEIRA, M. G. Record of *Argyrodiaptomus bergi* (Crustacea: Copepoda: Calanoida) after 36 years and first record in Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 28, p. 551-557, 2011.

PEREIRA, D.; MANSUR, M. C. D.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; DE OLIVEIRA, M. D.; DOS SANTOS, C. P.; BERGONCI, P. E. A. Colonização de substrato artificial por macroinvertebrados límnicos, no delta do rio Jacuí (RS, Brasil). **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 101-110, 2010.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 435-456, 2017.

POLAR. Estudo de Impacto Ambiental da duplicação do trecho da BR116, localizado entre os municípios de Eldorado do Sul (km 291,20) e Guaíba (km 299,35). **Relatório técnico** não publicado e encaminhado a FEPAM. 838 p. 2008.

PORTINHO, J. L. Assembléias zooplânctônicas (Cladocera, Copepoda e Rotifera) e condições limnológicas no gradiente longitudinal barragem-jusante do reservatório de Itaipu, rio Paraná (Brasil, Paraguai e Argentina), **tese de doutorado**, Universidade Estadual Paulista, 2011.

PREVIATTELLI, D.; SANTOS-SILVA, E. N.; DARWICH, A. J. Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais. **Biotupé: meio físico, diversidade biológica e cultural**, v. 1, p. 109-121, 2005.

RAMOS, Guilherme Gastal de Castro. Proposta de cenários para a atividade de mineração de areia no Guaíba (RS) Proposta de cenários para a atividade de mineração de areia no Guaíba (RS). 2019.

REGALI-SELEGHIM, M. H.; GODINHO, M. J. L.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Checklist of "protozoans" from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 389-426, 2011.

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

RESH, V. H.; JACKSON, J. K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. **CHAPMAN AND HALL, NEW YORK(USA)**, p. 195-223, 1993.

RODRIGUES, S. C. Estudo comparativo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios formadores do Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRGS – **Instituto de Biociências**. 97 p., 2004.

RORIZ, Paula dos Reis Chaves; BATISTA, Bruno Dias; FONSECA, Bárbara Medeiros. Primeiro registro da espécie invasora *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 (Dinophyceae) no Lago Paranoá, Distrito Federal. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 3, 2019.

ROSMAN, P. C. C. Modelos de circulação em corpos d'água rasos. Métodos Numéricos em Recursos Hídricos. **Coleção da ABRH–Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 1, p. 156-221, 1989.

ROUGIER, C.; POURRIOT, R.; LAM-HOAI, T. The genus *Synchaeta* (rotifers) in a north-western Mediterranean coastal lagoon (Etang de Thau, France): taxonomical and ecological remarks. **Hydrobiologia**, v. 436, n. 1, p. 105-117, 2000.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. Diatoms: biology and morphology of the genera. **Cambridge university press**, 1990.

SABRI, A. W. Ecological studies on Rotifera (Aschelminthes) in the river Tigris (Iraq). **Acta Hydrobiologica**, v. 30, n. 3-4, 1988.

SALOMONI, S. E.; TORGAN, L. C. Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guaíba Lake, Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.20, p. 313-324, 2008.

SANTANGELO, J. M. Estrutura do banco de ovos de resistência em sistemas aquáticos continentais e influência da salinidade e da predação na diapausa. **Tese de doutorado**, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

SANTOS, C. P.; WÜRDIG, N. L.; MANSUR, M. C.D. Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 702-708, 2005.

SANTOS, Cíntia Pinheiro dos. Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) em suas diferentes fases de vida no Lago Guaíba, município de Porto Alegre, RS, como subsídios ao controle do bivalve invasor, **dissertação de mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

SANTOS, R. M. D. Estrutura das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, com ênfase na produção secundária do zooplâncton, e fatores ambientais relacionados nos reservatórios do Baixo Rio Tietê, SP. **Dissertação de mestrado**, Universidade de São Carlos, 2010.

SCHRÖDER-PFEIFER, N. T. *et al.* Levantamento Estacional da fauna de moluscos límnicos associada a *Eichhornia azurea*, *E. crassipes* e sedimento superficial de fundo no Delta do Jacuí – Bacia do Guaíba – RS. In: **Congresso interamericano de engenharia sanitária e ambiental**, Porto Alegre. Anais, p. 1-5, 2000.

SEMA. SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL (SEMA). Zonemaneto ambiental para atividade de mineração no lago Guaíba, 2016. Disponível em: <http://amaguaiba.org/wp-content/uploads/2016/07/ZONEAMENTO-LAGO-GUAIBA-SEMA.pdf>

SEMA- SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL (SEMA). 2018. Zoneamento Ambiental para atividades de mineração no Lago Guaíba, 128 p.

SERAFIM-JÚNIOR, M.; PERBICHE-NEVES, G.; BRITO, L. D.; GHIDINI, A. R.; CASANOVA, S.. Variação espaço-temporal de Rotifera em um reservatório eutrofizado no sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 100, n. 3, p. 233-241, 2010.

SERAFIM-JÚNIOR, M.; NEVES, G. P.; DE BRITO, L.; GHIDINI, A. R. Zooplâncton do rio Itajaí–Acú a jusante da cidade de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 28, n. 65, 2006.

SILVA, A. P. C. Biomonitoramento da qualidade da água e percepção ambiental na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, RN. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

SILVA, R. H. Estratificação térmica e química em reservatório do semiárido brasileiro. **Monografia**, Universidade Federal do Ceará, 2016.

SILVA, W. M. D. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustácea) de água doce do estado de São Paulo: táxonmia, ecologia e genética. **Tese de doutorado**, Universidade Federal de São Carlos, 2003.

SILVEIRA, M. P.; DE QUEIROZ, J. F. Uso de coletores com substrato artificial para monitoramento biológico de qualidade de água. **Embrapa Meio Ambiente-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

SIMÕES, N. R.; SONODA, S. L. Estrutura da assembléia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semi-árido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 89-95, 2009.

SMIRNOV, N. N. The Macrothricidae of the world. Guides to the identification of the microivertebrates of the **Continental Waters of the world**. Vol. 1. 1992.

SMIRNOV, N. N. & TIMMS, B.V. A revision of the Australian Cladocera (Crustacea). **Australian Museum**, 1983.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Cladóceros fitófilos (Crustacea, Branchiopoda) do Parque Nacional das Emas, estado de Goiás. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 159-166, 2008.

SOUSA F. D. R; FREIRY, R. F.; STENERT, C; MALTCHIK, L. Descrição de uma nova espécie do gênero *Monospilus* (Crustacea, Cladocera) para o continente Sul Americano. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Limnologia e do 2º Congresso Ibero-Americano de Limnologia**, 2020.

SOUZA, M. C. B. Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do Rio Jararecica-Maceió/AL, **dissertação de mestrado**, 2012.

SOUZA, M. R. D. Influências ambientais e biológicas sobre organismos zooplanctônicos e sua utilização como bioindicadores, **monografia**, Universidade de Brasília - UnB, 2012.

STELZER, C. Population growth in planktonic rotifers. Does temperature shift the competitive advantage for different species? In: *Rotifera VIII: A Comparative Approach*. **Springer, Dordrecht**, p. 349-353, 1998.

STOLZ, G. F. K. Aproveitamento de estudos realizados no Lago Guaíba para determinação de métodos de coleta da biota aquática e possíveis exclusões de áreas sensíveis vinculadas ao licenciamento de extração de areia. Porto Alegre. 2016.

TILMAN, D. Resource Competition between Plankton Algae: Na Experimental and Theoretical Approach. *Ecology*, Vol. 58, Nº 2: 338-348, 1977.

TORRES, R. J. Uma análise preliminar dos processos de dragagem do porto de Rio Grande, RS. **Tese de Doutorado**, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2000.

UFMA- Universidade Federal do Maranhão. Relatório de impacto ambiental-RIMA da caracterização da atividade de dragagem no casal de acesso e dos berços 104,103,102,101 e 100 no porto de Itaqui-MA, São Luis-MA, 2012.

VADEBONCOEUR, Y.; VANDER ZANDEN, M. J.; LODGE, D. M. Putting the Lake Back Together: Reintegrating Benthic Pathways into Lake Food Web Models: Lake ecologists tend to focus their research on pelagic energy pathways, but, from algae to fish, benthic organisms form an integral part of lake food webs. **Bioscience**, v. 52, n. 1, p. 44-54, 2002.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. D. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. **Química nova**, v. 27, n. 1, p. 139-145, 2004.

VITORIO, Unilton Saulo Rodrigues. **Rotíferos (Rotatoria) como indicadores da qualidade ambiental da Baía do Pina, Recife (PE/Brasil)**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

VOLTOLINI, M.; GUERRA, T.; PEDROZO, C. D.S. Distribuição longitudinal e temporal de Rotifera, Cladocera e Copepoda no curso principal da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil. In: **Congresso de Ecologia do Brasil (7.: 2005: Caxambu, MG)**. Avanços nos estudos de ecossistemas terrestres, marinhos e de águas continentais: programa e resumos [recurso eletrônico]. São Paulo, SP: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2005.

VOLKMER-RIBEIRO, C. *et al.* A Polyethylenetherephthalate (PET) device for sampling freshwater benthic macroinvertebrates. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 531-541, 2004.

WU, N.; SCHMALZ, B.; FOHRER, N. Development and testing of a phytoplankton index of biotic integrity (P-IBI) for a German lowland river. **Ecological Indicators**, v. 13, n. 1, p. 158-167, 2012.

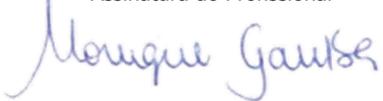
WÜRDIG, N. L.; ALBERTONI, E.; OZORIO, C. P.; WIEDENBURG, S.; RODRIGUES, G. The influence of environmental parameters in the structure of the benthic community in coastal lakes and lagoons of Rio Grande do Sul, Brazil. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, v. 26, n. 3, p. 1514-1517, 1998.





Anexo 1: Anotação de responsabilidade técnica.



Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06783
CONTRATADO			
2.Nome: MONIQUE SANTOS GAMBA		3.Registro no CRBio: 101752/03-D	
4.CPF: 030.579.470-18	5.E-mail: monique_gamba@hotmail.com		6.Tel: (51)3103-0392
7.End.: ALAMEDA DAS ACACIAS 172		8.Compl.:	
9.Bairro: FARROUPILHA	10.Cidade: OSORIO	11.UF: RS	12.CEP: 95520-000
CONTRATANTE			
13.Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 93.859.817/0001-09	
16.End.: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261			
17.Compl.:		18.Bairro: CENTRO HISTORICO	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90020-021	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Execução de atividades de ensino e educação; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIOLOGOS E GEOGRAFO	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM DE 50 PONTOS EM 3 PROFUNDIDADES (SUPERFÍCIE/MEIO/FUNDO) EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº 156-20.			
32.Valor: R\$ 385.381,50	33.Total de horas: 480	34.Início: FEV/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio 
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 17/02/21 Assinatura do Profissional 	Data: 17/02/21 Assinatura e Carimbo do Contratante		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

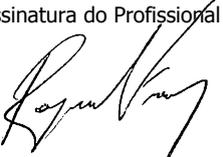
CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 6461.7402.7716.8343

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06846
CONTRATADO			
2.Nome: CAMILA FERNANDES JAEGER		3.Registro no CRBio: 081754/03-D	
4.CPF: 022.381.370-25	5.E-mail: milajaeger.bio@gmail.com		6.Tel: (51)3331-0423
7.End.: ERICO VERISSIMO 1140		8.Compl.: 1103	
9.Bairro: MENINO DEUS	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 90160-180
CONTRATANTE			
13.Nome: FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUI			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 93.859.817/0001-09	
16.End.: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261			
17.Compl.:		18.Bairro: CENTRO HISTORICO	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90020-021	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Execução de atividades de fiscalização; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : RESPONSÁVEL POR ELABORAÇÃO E REVISÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS E GEÓGRAFO.	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : RESPONSÁVEL TÉCNICA POR TODAS AS INFORMAÇÕES PRESTADAS E COORDENAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL RELATIVO AO MEIO BIÓTICO PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA. REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; A AMOSTRAGEM DE CAMPO CONTEMPLA 50 PONTOS AMOSTRAIS EM PROFUNDIDADES DIFERENTES (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) AO LONGO DO LAGO GUAÍBA EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS AO LONGO DE 13 MESES; A MALHA AMOSTRAL COM OS 50 PONTOS APRESENTA 488 KM².			
32.Valor: R\$ 385.381,50	33.Total de horas: 480	34.Início: FEV/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Data:		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 5561.8237.8865.9178

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06793
CONTRATADO			
2.Nome: RAQUEL FONTOURA FREIRY		3.Registro no CRBio: 101738/03-D	
4.CPF: 016.916.310-51	5.E-mail: rfreiry@yahoo.com.br		6.Tel: (51)98478-8764
7.End.: THEOFILO SOUTO MAIOR 152		8.Compl.: APARTAMENTO 201	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: SAPUCAIA DO SUL	11.UF: RS	12.CEP: 93214-580
CONTRATANTE			
13.Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.805.836/0001-10	
16.End.: AVENIDA ERICO VERISSIMO 1140			
17.Compl.: SALA 1103 E 1104		18.Bairro: MENINO DEUS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90160-180	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de análises laboratoriais; Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM DE 50 PONTOS EM 3 PROFUNDIDADES (SUPERFÍCIE/MEIO/FUNDO) EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº 156-20.			
32.Valor: R\$ 78.969,78	33.Total de horas: 480	34.Início: MAR/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 19/04/2021	Data:		
Assinatura do Profissional 	Assinatura e Carimbo do Contratante		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 1613.2554.2868.3496

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº:
2021/06790

CONTRATADO

2.Nome: ANA CAROLINA LIMA DE OLIVEIRA		3.Registro no CRBio: 118067/03-D	
4.CPF: 033.818.830-46	5.E-mail: biocarol93@gmail.com		6.Tel: (51)3041-3915
7.End.: NELSON OLIVEIRA LOPES 635		8.Compl.: NENHUM	
9.Bairro: VILA VISTA ALEGRE	10.Cidade: CACHOEIRINHA	11.UF: RS	12.CEP: 94945-430

CONTRATANTE

13.Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA		
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.805.836/0001-10
16.End.: AVENIDA ERICO VERISSIMO 1140		
17.Compl.: 1103	18.Bairro: MENINO DEUS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90160-180	22.E-mail/Site: arvut@arvut.com.br / arvut.com.br

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Supervisão estudos/projetos de pesquisa e/ou outros serviços;

24.Identificação : RESPONSÁVEL POR ELABORAÇÃO E REVISÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
--	-----------

27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM DE 50 PONTOS EM 3 PROFUNDIDADES (SUPERFÍCIE/MEIO/FUNDO) EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº 156-20.

32.Valor: R\$ 385.381,50	33.Total de horas: 480	34.Início: MAR/2021	35.Término: ABR/2022
--------------------------	------------------------	---------------------	----------------------

36. ASSINATURAS

37. LOGO DO CRBio

Declaro serem verdadeiras as informações acima



Data: _____
Assinatura do Profissional
Ana Carolina Lima de Oliveira

Data: _____
Assinatura e Carimbo do Contratante
KAYO CEZAR FREITAS
SOARES:07144760645
Assinado de forma digital por KAYO CEZAR FREITAS SOARES:07144760645
Dados: 2021.04.22 11:12:14 -03'00'

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7134.7761.7761.8389

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br



Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS177016	Profissional: EDUARDO FARINA	E-mail: eduardopawlak@yahoo.com.br
RNP: 2209289904	Título: Geógrafo	
Empresa: NENHUMA EMPRESA		Nr.Reg.:

Contratante

Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA ME	E-mail: arvut@arvut.com.br	
Endereço: AVENIDA ÉRICO VERÍSSIMO 1140 SALA 1104	Telefone: 5130030392	CPF/CNPJ: 27805836000110
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro.: MENINO DEUS	CEP: 90160180 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FEPAM - FUND ESTD DE PROT AMB HENRIQUE L ROESSLER	CPF/CNPJ: 93859817000109	
Endereço da Obra/Serviço: LAGO GUAÍBA	CEP:	UF: RS
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro:	
Finalidade: AMBIENTAL	Vlr Contrato(R\$): 385.381,50	Honorários(R\$): 5.000,00
Data Início: 14/04/2021	Prev.Fim: 11/04/2022	Ent.Classe: AGP/RS

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Elaboração	Cartografia		
Elaboração	Geoprocessamento		
Elaboração	ELABORAÇÃO, ESTRUTURAÇÃO E MONTAGEM DA BASE CARTOGRÁFICA		
Elaboração	MAPAS, CARTAS E PLANTAS	200,00	UN
Elaboração	ANALISE GEOESPACIAL	488,00	KM²
Elaboração	DADOS GEOESPACIAIS (NORMAS NACIONAIS , ET-EDGV, ET-ADGV)		
Elaboração	ANÁLISES QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE DADOS GEOESPACIAIS		
Elaboração	PRODUTOS EM AMBIENTE SIG		
Elaboração	ESTUDOS AMBIENTAIS	488,00	KM²
Elaboração	ATIVIDADES EM SENSORIAMENTO REMOTO	488,00	KM²
Elaboração	MAPEAMENTO TEMÁTICO	488,00	KM²

ART registrada (paga) no CREA-RS em 26/04/2021

Porto Alegre, 27/04/21 <hr/> Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima  <hr/> EDUARDO FARINA Profissional	De acordo <hr/> ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA ME Contratante
--	--	---

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA



Contratado

Nr.Carteira: RS177016 Profissional: EDUARDO FARINA E-mail: eduardopawlak@yahoo.com.br
Nr.RNP: 2209289904 Título: Geógrafo
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA ME E-mail: arvut@arvut.com.br
Endereço: AVENIDA ÉRICO VERÍSSIMO 1140 SALA 1104 Telefone: 5130030392 CPF/CNPJ: 27805836000110
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: MENINO DEUS CEP: 90160180 UF: RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Contrato de prestação de serviço para elaboração e execução do estudo ambiental relativo ao meio biótico para o levantamento da composição, abundância, riqueza e diversidade de Macroinvertebrados Bentônicos, Zooplâncton e Fitoplâncton no Lago Guaíba referente ao Zoneamento Ambiental das Atividades de Mineração de Areia no Lago Guaíba; A amostragem de campo contempla 50 pontos amostrais, em e profundidades diferentes (superfície, meio e fundo) ao longo do Lago Guaíba em cada estação do ano, totalizando 4 campanhas ao longo de 13 meses; A malha amostral com os 50 pontos apresenta área de 488 Km², encontra-se em conformidade ao definido pelo órgão ambiental FEPAM, em atendimento ao TR estabelecido no âmbito do ED. CELIC nº 9318/2020 e AEM/ES nº 156-20.

Para subsidiar o estudo foram executadas as seguintes atividades as áreas de geoprocessamento e Cartografia: Mapeamento temáticos; Estruturação e montagem da base digital cartográfica em escala de 1:25:000, conforme as normas técnicas da cartografia nacional e Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) e Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) utilizando os softwares Qgis, ArcGis, AutoCad Map e Global Mapper; Elaboração de produtos em ambiente SIG utilizando os softwares Qgis, ArcGis, AutoCad Map e Global Mapper; Aquisição, manipulação, análise e atualização de bases de dados geográficos e alfanuméricos; Análises qualitativa e quantitativa de dados geoespaciais em ambiente SIG; Aquisição, análise, Interpretação e processamento de dados de imagens de satélite; Elaboração de cartas, plantas e mapas temáticos e cadastrais

Porto Alegre, 27/04/2021 Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima <i>Eduardo Farina</i> Profissional	De acordo Contratante
--	---	--------------------------

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06735
CONTRATADO			
2.Nome: DÉBORA ALESSANDRA ANTONETTI		3.Registro no CRBio: 088847/03-D	
4.CPF: 019.050.430-74	5.E-mail: debora.antonetti@gmail.com		6.Tel: (51)98199-5907
7.End.: DO QUILOMBO 1381		8.Compl.:	
9.Bairro: FEITORIA	10.Cidade: SAO LEOPOLDO	11.UF: RS	12.CEP: 93054-590
CONTRATANTE			
13.Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA.			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.805.836/0001-10	
16.End.: AVENIDA ERICO VERISSIMO 1140			
17.Compl.: SALA 1103 E 1104		18.Bairro: MENINO DEUS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90160-180	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Ética; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM DE 50 PONTOS EM 3 PROFUNDIDADES (SUPERFÍCIE/MEIO/FUNDO) EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº 156-20			
32.Valor: R\$ 78.969,78	33.Total de horas: 480	34.Início: ABR/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio 
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: Assinatura do Profissional <i>Débora A. Antonetti</i>	Data: Assinatura e Carimbo do Contratante		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 8365.8679.8679.8679

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06690
CONTRATADO			
2.Nome: FERNANDA SARTORIO		3.Registro no CRBio: 058151/03-D	
4.CPF: 917.286.900-30	5.E-mail: fernandasart@gmail.com		6.Tel: (51)32795941
7.End.: BUTUI 390		8.Compl.: 603	
9.Bairro: CRISTAL	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 90820-150
CONTRATANTE			
13.Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.805.836/0001-10	
16.End.: AVENIDA ERICO VERISSIMO 1140			
17.Compl.: SALA 1103/1104		18.Bairro: MENINO DEUS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90160-180	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Supervisão estudos/projetos de pesquisa e/ou outros serviços; Emissão de laudos e pareceres;			
24.Identificação : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETAS EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGO, GEÓGRAFO E OCEANOGRÁFO	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ZOOPLÂNCTON E FITOPLÂNCTON NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM DE 50 PONTOS EM 3 PROFUNDIDADES (SUPERFÍCIE/MEIO/FUNDO) EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº 156-20.			
32.Valor: R\$ 385.381,50	33.Total de horas: 480	34.Início: FEV/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 19/04/2021	Data:		
Assinatura do Profissional <i>Fernanda Sartorio</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante KAYO CEZAR FREITAS SOARES:07144760645 <small>Assinado de forma digital por KAYO CEZAR FREITAS SOARES:07144760645 Dados: 2021.04.22 11:10:22 -03'00'</small>		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 6502.7444.8071.8699

ÓBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/06767
CONTRATADO			
2.Nome: GREICE FRANCISCO KLEIN		3.Registro no CRBio: 058500/03-D	
4.CPF: 996.019.740-91	5.E-mail: greicefk@msn.com		6.Tel: (54)99954-8824
7.End.: BARÃO DO RIO BRANCO 51		8.Compl.: CASA	
9.Bairro: CENTRO	10.Cidade: SÃO FRANCISCO DE PAULA	11.UF: RS	12.CEP: 95400-000
CONTRATANTE			
13.Nome: ARVUT MEIO AMBIENTE LTDA			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.805.836/0001-10	
16.End.: AVENIDA ERICO VERISSIMO 1140			
17.Compl.: 1103 E 1104		18.Bairro: MENINO DEUS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS	21.CEP: 90160-180	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA. ESTE ESTUDO REFERE-SE A COLETA EM 50 PONTOS AMOSTRAIS DEFINIDOS PELA FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER AO LONGO DO LAGO GUAÍBA.			
25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO PARA O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NO LAGO GUAÍBA REFERENTE AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DE AREIA NO LAGO GUAÍBA; AMOSTRAGEM EM 50 PONTOS EM CADA ESTAÇÃO DO ANO, TOTALIZANDO 4 CAMPANHAS; A MALHA AMOSTRAL CONTEMPLA 488 KM², E ENCONTRA-SE EM CONFORMIDADE AO DEFINIDO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL FEPAM, ATENDIMENTO AO TR ESTABELECIDO NO ÂMBITO DO ED. CELIC Nº 9318/2020 E AEM/ES Nº156-20.			
32.Valor: R\$ 18.050,00	33.Total de horas: 480	34.Início: ABR/2021	35.Término: ABR/2022
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 19/04/2021 Assinatura do Profissional	Data: Assinatura e Carimbo do Contratante		
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 3738.4052.4052.4052

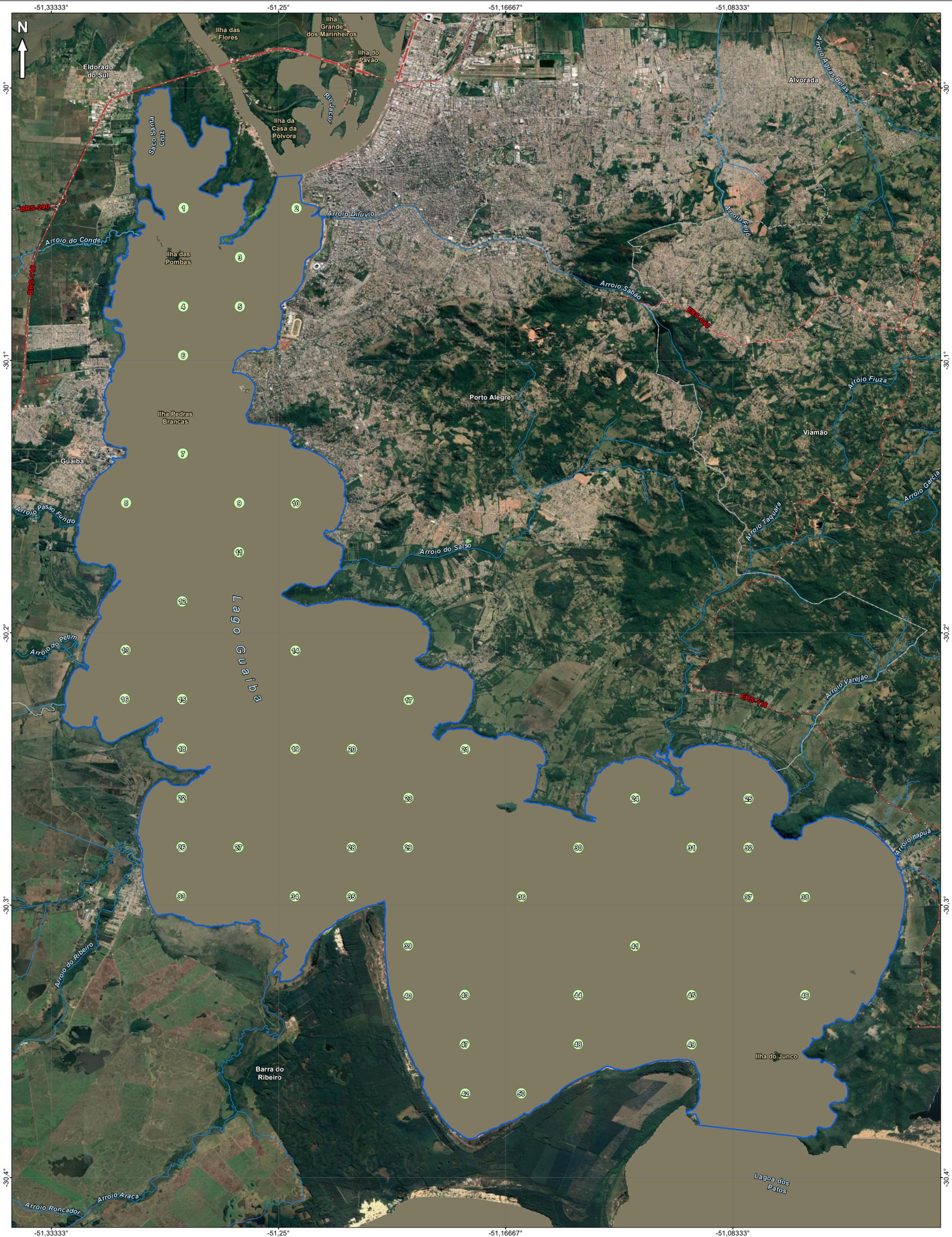
OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br



Fepam

Anexo 2: Mapa de malha amostral.





Legenda

- Malha de Amostragem
- Trecho Rodoviário
- Hidrografia
- Divisão Municipal
- Área em Estudo

Nota Explicativa I
 Parâmetros Cartográficos:
 Sistema de Coordenadas Geográficas
 Graus Decimais
 Datum Horizontal: SIRGAS2000
 0 1 2 km

Nota Explicativa II
 Fonte de Dados:
 - Hidrografia; Trecho Rodoviário; Divisão Municipal; Base Cartográfica do Estado do RS; Escala: 1:25.000 - BCRS25, Versão 1.0 - 2019
 - Malha de Amostragem: Fundação Estadual de Proteção Ambiental - RS, 04/2021

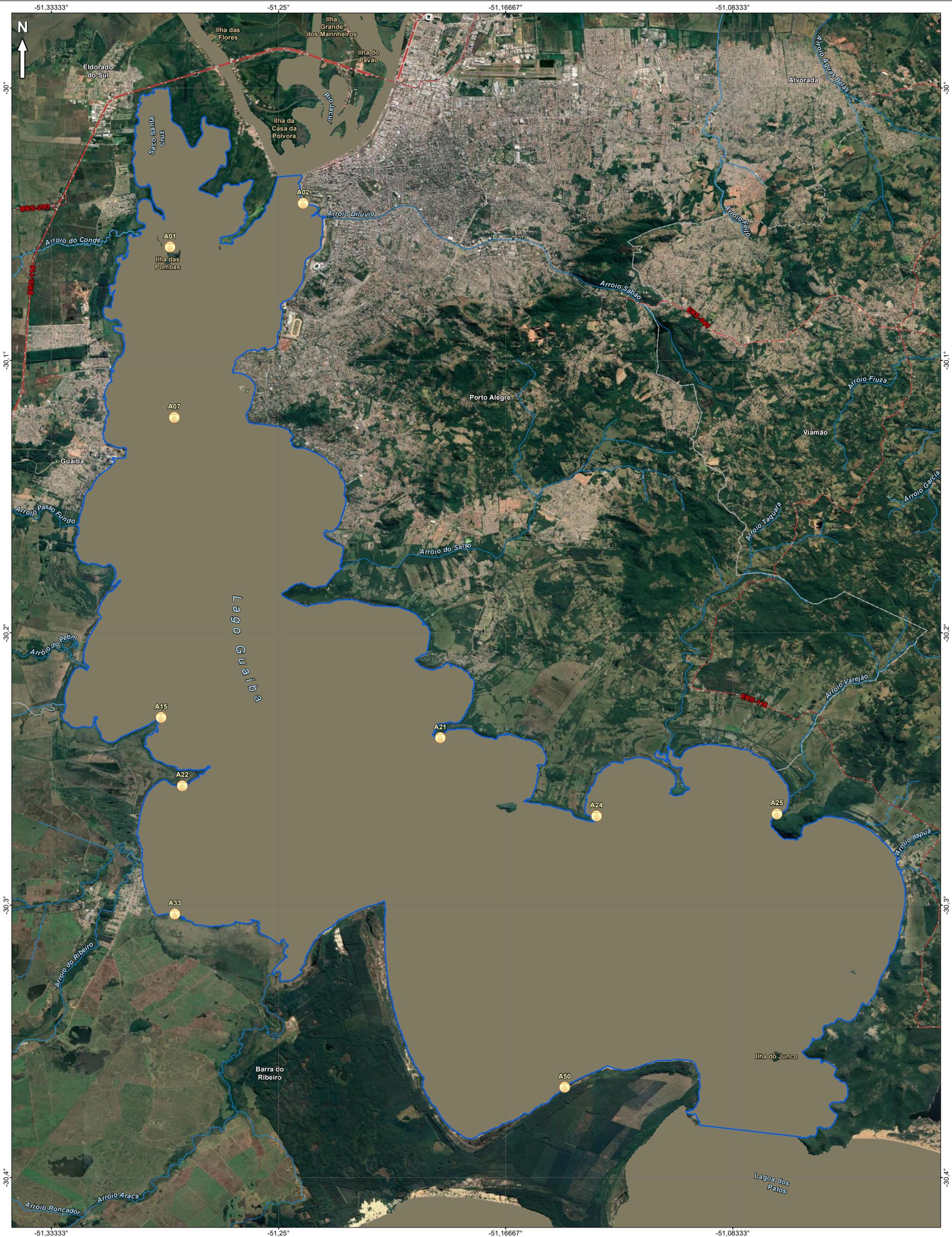
		Cliente: FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS	Local: Lago Guaíba	UF: RS
Projeto: Levantamento da Composição, Abundância, Riqueza e Diversidade de Bentos (Macroinvertebrados Bentônicos) e Plânctons (Zooplâncton, Fitoplâncton) na Área do Lago Guaíba.				
Título: Mapa da Distribuição da Malha Amostral				
Executora:		Responsável Técnico:		
		Bióloga Monique Gamba CRBle 101752/03-D		
Elaborado por:		Aprovado por:		
Geógrafo Eduardo Farina		Bióloga Fernanda Sartorio		
Fonte de Dados:	Parâmetros Cartográficos:	Data:	Escala:	Prancha:
Ver nota explicativa II	Ver nota explicativa I	junho/2021	1:100.000	1/1
Arquivo Digital: FEPAM_1C_DISTRIBUICAO_MALHA_AMOSTRAL_A2				
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME TERMOS CONTRATUAIS. Proibida a reprodução total ou parcial deste desenho sem expresso consentimento do proprietário.				



Fepam

Anexo 3: Mapa de instalação de armadilhas.





Legenda

- Local de Instalação de Armadilhas para Algas Epifíticas
- Trecho Rodoviário
- Hidrografia
- Divisão Municipal
- Área em Estudo

Nota Explicativa I
 Parâmetros Cartográficos:
 Sistema de Coordenadas Geográficas
 Graus Decimais
 Datum Horizontal: SIRGAS2000

Nota Explicativa II
 Fonte de Dados:
 - Hidrografia; Trecho Rodoviário; Divisão Municipal; Base Cartográfica do Estado do RS; Escala: 1:25.000 - BCRS25, Versão 1.0 - 2018
 - Malha de Amostragem: Fundação Estadual de Proteção Ambiental - RS, 04/2021

		Cliente: FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS	Local: Lago Guaíba	UF: RS
Projeto: Levantamento da Composição, Abundância, Riqueza e Diversidade de Bentos (Macroinvertebrados Bentônicos) e Plânctons (Zooplâncton, Fitoplâncton) na Área do Lago Guaíba.				
Título: Mapa da Distribuição das Armadilhas para Algas Epifíticas da Campanha de Outono				
Executora:		Responsável Técnico:		
		Bióloga Monique Gamba CRBle 101752/03-D		
Fonte de Dados:		Elaborado por:		
Ver nota explicativa II		Geógrafo Eduardo Farina		
Parâmetros Cartográficos:		Aprovado por:		
Ver nota explicativa I		Bióloga Fernanda Sartorio		
Data: junho/2021	Escala: 1:100.000	Prancha: 1/1	Arquivo Digital: FEPAM_1C_DISTRIBUICAO_ARMADILHA_A2	
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME TERMOS CONTRATUAIS. Proibida a reprodução total ou parcial deste desenho sem expresso consentimento do proprietário.				



Anexo 4: Gabarito interpretação dos Mapas.





Anexo 5. Mapa de Abundância, Riqueza e Diversidade de Fotoplâncton, Zooplâncton e Macroinvertebrado.