

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
ROTIFERA EM CINCO LAGOAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

IMBÉ
2011

ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
ROTIFERA EM CINCO LAGOAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, com ênfase em Biologia Marinha e Costeira, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Orientadora: Profa. Dra. Catarina da Silva Pedrozo

IMBÉ

2011

F224i Farias, Roberto Nascimento
Influência da sazonalidade na estrutura da comunidade de Rotífera em cinco lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. /Roberto Nascimento de Farias. -- 2011.
55 f.

Orientadora: Catarina da Silva Pedrozo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Ciências Biológicas, ênfase em Biologia Marinha e Costeira, Imbé/Cidreira, BR-RS, 2011.

1. Sazonalidade. 2. Zooplâncton. 3. Lagoas costeiras. 4. Qualidade da água. 5. Rotífera. I. Pedrozo, Catarina da Silva, orient. II. Título.

ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
ROTIFERA EM CINCO LAGOAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, com ênfase em Biologia Marinha e Costeira, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Aprovado em/...../.....

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Maria T. M. Raya Rodriguez

Profa. Dra Norma Luiza Würdig

Prof. Dr. Eduardo G. Barbosa
(Coordenador da atividade de Trabalho de Conclusão II – CBM)

A Thais C. Steigleder,
pelo incondicional apoio na superação dos desafios que encontrei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas oportunidades que tive, pela superação dos obstáculos e pelas pessoas que encontrei pelo caminho;

Aos meus pais, Cláudio e Gislaine, pelo apoio afetivo, por terem acreditado no meu potencial e pela ajuda financeira durante a minha graduação;

Ao meu irmão Bruno pelo apoio oferecido e pela preocupação demonstrada em momentos de dificuldades;

À minha professora e orientadora, Catarina da Silva Pedrozo, pelos ensinamentos, oportunidades concedidas e pelos “puxões de orelha”;

Aos bibliotecários, Stella e Ângelo, pelo apoio na normatização da monografia, pela amizade, pelos conselhos e críticas e pelas longas conversas na biblioteca, que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional;

À química Cacinele Rocha e à estagiária Luciana da Silva Menezes, ambas do Laboratório de Águas e Sedimentos do CECLIMAR, pela colaboração no trabalho de campo e nas análises físicas e químicas da água;

Ao amigo e conterrâneo Osvaldo Machado, barqueiro do CECLIMAR, pelos ensinamentos passados, pela ajuda na coleta do zooplâncton e pelas explicações a respeito das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul;

A Manoel Nunes, motorista do CECLIMAR que acompanhou as coletas, pela ajuda na logística de campo;

Ao grande colega, primo e amigo Matias N. Ritter, pelas críticas, sugestões e explicações, pelo apoio na elaboração das imagens utilizadas neste trabalho e pelas discussões ao longo da nossa graduação;

À colega e amiga Vanessa O. Agostini, pelas sugestões e críticas e pelas discussões que contribuíram para a elaboração deste trabalho;

À amiga e namorada Thais C. Steigleder, pelas sugestões, colaboração, atenção e indagações que influenciaram na redação deste manuscrito;

Aos demais professores, amigos e colegas que, de forma direta ou não, contribuíram não apenas para a realização deste trabalho, mas também para o meu crescimento pessoal e profissional;

“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe por provar o contrário”.
(Albert Einstein)

RESUMO

Componente do zooplâncton, o filo Rotifera é o grupo dominante na maioria dos estudos e responde rapidamente às alterações nas condições da qualidade da água. As características da água variam entre diferentes corpos hídricos e diferentes estações do ano, principalmente entre inverno e verão. Nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil a composição específica da comunidade de Rotifera ainda é desconhecida. Além disso, os estudos relacionando a comunidade zooplanctônica com a sazonalidade são raros. Neste contexto, o presente trabalho objetivou verificar a influência da sazonalidade na estrutura da comunidade de Rotifera e nas condições de qualidade da água nas lagoas citadas acima. Realizou-se uma coleta no inverno de 2010 e outra no verão de 2011, onde vinte e quatro variáveis físicas e químicas da água foram medidas, em campo e em laboratório. Filtrou-se 300 litros de água em uma rede planctônica com malha 64 µm fixando o conteúdo em formaldeído 4%. Os organismos foram identificados e quantificados a partir de subamostras em câmara de Sedgewick Rafter. Para verificar a influência da sazonalidade sobre a qualidade da água das lagoas e sobre a relação das variáveis ambientais com a comunidade de Rotifera, aplicou-se a Análise dos Componentes Principais (PCA) e Análise de Correspondência Canônica (CCA), ambas técnicas de análise multivariada de dados. Os resultados mostraram os gêneros *Brachionus*, *Euchlanis*, *Filinia* e *Hexarthra* representativos do verão e *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata*, representativos do inverno. Pela PCA, observa-se que sólidos dissolvidos, sólidos suspensos, Demanda Química de Oxigênio, cloretos, dureza, condutividade, sulfatos, coliformes totais, coliformes fecais e clorofila *a* são as variáveis que mais diferenciaram as lagoas entre si. O diagrama de ordenação, gerado pela CCA, mostra correlação positiva das variáveis ambientais sólidos suspensos e dissolvidos, coliformes totais, assim como espécies indicadoras de ambientes eutrofizados, com as amostras de verão. Nas lagoas estudadas, as variações na qualidade da água são amplificadas pela ação antrópica, sendo tais alterações refletidas pela comunidade de Rotifera.

Palavras chave: Sazonalidade. Zooplâncton. Lagoas costeiras. Qualidade da água. Rotifera.

ABSTRACT

Component of zooplankton, the phylum Rotifera is the dominant group in most studies and responds quickly to changes in water quality conditions. The characteristics of water vary among different water bodies and different seasons mainly between winter and summer. The specific community composition of Rotifera from lakes Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza and Gentil is still unknown. Furthermore, studies correlating seasonality with the zooplankton community are rare. In this context, this study aimed to assess the effect of seasonality on community structure of Rotifera and conditions of water quality in those lakes. One sample was taken in 2010, the winter, and another in 2011, the summer. Twenty-four physical and chemical variables of water were measured, in field and in laboratory. Zooplankton samples were collected by filtration of 300 liters of water through a plankton net with 64 μm -mesh screen. Content was placed in 4% formalin solution. Organisms were identified and quantified from subsamples in Sedgewick Rafter chamber under microscope. To check the influence of seasonality on water quality of lakes and the relationship between environmental variables and rotifers species, we applied the Principal Component Analysis (PCA) and Canonical Correspondence Analysis (CCA), both multivariate techniques. Results showed *Brachionus*, *Euchlanis*, *Filinia* and *Hexarthra* representative of summer and, *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* and *Notholca acuminata*, representative of winter. For the PCA, it is observed that dissolved solids, suspended solids, Chemical Oxygen Demand, chlorides, hardness, conductivity, sulfates, total coliform, fecal coliform and chlorophyll a are the variables that most differentiated the lakes to each other. The ordination diagram, generated by the CCA, shows a positive correlation of environmental variables suspended solids, dissolved solids, total coliform, as well as species that indicate eutrophic environments, with the summer samples. The environmental conditions of the lakes studied are intensified by human activities, with such changes, reflected by the community structure of Rotifera.

Key words: Seasonality. Zooplankton. Coastal lakes. Water quality. Rotifera.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3 ÁREA DE ESTUDO	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	18
4.2 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA.....	20
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5 RESULTADOS	21
5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	21
5.1.1 Velocidade do vento.....	21
5.1.2 Temperatura da água.....	22
5.1.3 Oxigênio dissolvido.....	22
5.1.4 Condutividade elétrica.....	23
5.1.5 Turbidez.....	23
5.1.6 Transparência do disco de Secchi.....	24
5.1.7 Potencial hidrogeniônico (pH).....	24
5.1.8 Sólidos dissolvidos.....	25
5.1.9 Sólidos suspensos.....	25
5.1.10 Fósforo total.....	26
5.1.11 Ortofosfato.....	26
5.1.12 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅).....	27
5.1.13 Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	27
5.1.14 Alcalinidade.....	28
5.1.15 Dureza.....	28
5.1.16 Cloretos.....	29
5.1.17 Nitrito.....	29
5.1.18 Nitrogênio amoniacal.....	30
5.1.19 Nitrogênio total.....	30
5.1.20 Coliformes fecais.....	31
5.1.21 Coliformes totais.....	31

5.1.22 Clorofila a	32
5.1.23 Salinidade	32
5.1.24 Sulfato	33
5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	33
5.3 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	34
5.4 INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	36
6 DISCUSSÃO	38
6.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	38
6.2 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	43
6.3 INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	47
7 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A estrutura de uma lagoa depende do aporte de luz, dos compostos químicos presentes assim como da disponibilidade de nutrientes. Tais fatores não variam apenas de uma região para outra, mas também dentro de um mesmo lago, ao longo do ano. Assim como as características da água, a estrutura da comunidade zooplanctônica altera-se espacial e temporalmente.

Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), o ciclo estacional do zooplâncton envolve um conjunto de fatores biológicos (e.g. época de reprodução, coexistência com outras espécies e predação) e de fatores abióticos tais como precipitação, temperatura da água, estratificação e circulação vertical. As variações na comunidade zooplanctônica resultam das diferenças na tolerância ecológica a vários parâmetros ambientais, bióticos e abióticos (MARNEFFE; COMBLIN; THOMÉ, 1998).

Em geral, nos estudos com a comunidade zooplanctônica, Rotifera é o grupo dominante e apresenta muitas espécies indicadoras de estado trófico, ajustando-se às condições particulares da água. Os rotíferos são organismos oportunistas cuja densidade geralmente caracteriza-se por variações temporais, em curto prazo, relacionadas com as mudanças nas condições ambientais (ALLAN, 1976).

Dada a forte relação dos rotíferos com a qualidade da água e com o estado trófico dos corpos hídricos fica evidente a influência que as variáveis ambientais exercem sobre a estrutura da comunidade de Rotifera. Entende-se como estrutura da comunidade a relação da composição específica, sua distribuição espaço-temporal, assim como, a interação das espécies com seus recursos e também entre elas (SCHMID-ARAYA, 1993).

As lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, contempladas neste estudo, são de grande importância para o desenvolvimento dos municípios à sua volta. Elas são utilizadas para atividades de lazer, irrigação de lavouras assim como fonte de água potável para o consumo humano durante o ano inteiro, com intensificação do turismo durante o verão. Sendo assim, a variação sazonal das características dos corpos d'água, além de serem influenciadas pelo clima, são intensificadas pelo aumento das atividades antrópicas durante o verão. As perturbações, ocasionadas por essas atividades, promovem modificações na organização e na dinâmica do ecossistema aquático. Muitos trabalhos desenvolvidos

na região demonstraram essas influências na qualidade das águas, tais como: Cardoso e Marques (2006); Güntzel (1995); Güntzel e Rocha (1998); Pedrozo (2000); Pedrozo e Rocha (2005), entre outros

Desse modo, tendo-se em vista a possível sazonalidade apresentada pelos corpos hídricos estudados e a relação dos organismos do filo Rotifera com a qualidade da água e com o estado trófico das lagoas, a principal hipótese deste trabalho é que algumas espécies ocorrerão apenas em uma estação enquanto outras mostrarão diferenças significativas na sua abundância, entre uma época e outra. Para testar essa hipótese, duas coletas foram realizadas, no inverno de 2010 e no verão de 2011, comparando a estrutura da comunidade de Rotifera com as condições da água, caracterizada pelas variáveis físicas e químicas.

1.1 JUSTIFICATIVA

O filo Rotifera é um importante elo no ecossistema aquático, participando da transferência de energia na teia trófica, alimentando-se de microalgas, bactérias e ciliados e servindo de alimento a larvas de peixes, cladóceros, entre outros. O entendimento das alterações sofridas pela comunidade de Rotifera é vital para a compreensão de muitos processos que envolvem grande parte da biota aquática. Nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, abordadas neste estudo, a composição específica de Rotifera encontra-se, ainda, desconhecida. O presente trabalho, além de listar as espécies presentes nessas lagoas, investiga a influência exercida pela sazonalidade na estrutura da comunidade de Rotifera, tendo-se em vista que poucos estudos apresentam essa abordagem.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é verificar a influência da sazonalidade na estrutura da comunidade de Rotifera nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil.

Como objetivos específicos pretende-se:

a) caracterizar física e quimicamente a água para identificar as condições do ambiente onde os organismos se encontram;

- b) identificar as espécies, pertencentes ao filo Rotifera, encontradas nos locais amostrados;
- c) caracterizar a estrutura da comunidade de Rotifera em função das alterações espaciais e temporais na qualidade da água;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A composição do zooplâncton, em diferentes sistemas aquáticos, varia em termos qualitativos e quantitativos durante as estações do ano (PEDROZO, 2000) em função da tolerância ecológica de cada espécie aos fatores bióticos e abióticos do ecossistema aquático (MARNEFFE; COMBLIN; THOMÉ, 1998).

Güntzel e Rocha (1998) afirmam que os organismos zooplanctônicos têm um valor potencial na avaliação das condições tróficas de ambientes aquáticos, pois respondem rapidamente às mudanças ambientais e refletem as alterações súbitas na qualidade das águas.

Segundo Nogrady, Wallace e Snell (1993), em lagos temperados é possível observar uma sucessão sazonal de espécies zooplanctônicas em função da temperatura e disponibilidade de alimento enquanto em águas tropicais, a variação sazonal está mais ligada à alternância entre estação seca e chuvosa. Em regiões subtropicais, segundo Pedrozo (2000), as variações sazonais de temperatura e luminosidade, assim como as condições tróficas, podem ser também fatores determinantes dos padrões de flutuação na abundância do zooplâncton.

Componente do zooplâncton, o filo Rotifera, segundo Margalef (1983), é de grande importância em ecossistemas de água doce, cobrindo o nicho ecológico dos pequenos filtradores, que no mar é ocupado por um grande número de larvas de organismos diversos. Esses organismos apresentam-se muito correlacionados às alterações nas características físicas e químicas da água. Para Berzins e Pejler (1989b), a distribuição sazonal, vertical e horizontal de algumas espécies de rotíferos planctônicos está frequentemente ligada às diferenças de temperatura. A composição qualitativa do fitoplâncton também pode estar relacionada à variação sazonal dos rotíferos (LACROIX *et al.*, 1989).

A variação dos recursos alimentares mostra-se também um fator de grande relevância para a comunidade de Rotifera em ecossistemas aquáticos, possibilitando o uso desses organismos zooplanctônicos como indicadores de estado trófico (*e.g.* ARORA, 1966; BERZINS E PEJLER, 1989a; MÄEMETS, 1983; MARNEFFE, COMBLIN, THOMÉ, 1998; PEDROZO, 2000; PEDROZO, ROCHA, 2005; PEJLER, 1983; SLÁDECECK, 1983).

Como visto anteriormente, os rotíferos são amplamente utilizados como indicadores de estado trófico e a sua íntima relação com as variáveis ambientais já é

bastante conhecida. Apesar disso, poucos estudos foram realizados com o intuito de se investigar a influência exercida pela sazonalidade na comunidade de Rotifera. A nível mundial, os seguintes estudos podem ser citados: Andrew e Andrew (2005); Arora e Mehra (2003); Castro *et al.* (2005); Orcutt e Pace (1984) e Wen *et al.* (2011).

Nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, o grupo Rotifera tem sido investigado em diversos estudos relacionando a comunidade zooplancônica com a qualidade da água, dentre os quais podemos destacar: Cardoso e Marques (2006), Güntzel (1995), Güntzel e Rocha (1998), Pedrozo (2000), Pedrozo e Rocha (2005), entre outros. No entanto, nestes estudos, a relação da variação sazonal das características físicas e químicas do ambiente aquático com a estrutura da comunidade de Rotifera é pouco explorada.

3 ÁREA DE ESTUDO

As lagoas contempladas neste estudo pertencem à Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), uma planície com orientação NE-SW e extensão de, aproximadamente, 640 km desde Torres, no Rio Grande do Sul, a La Coronilla, na República Oriental do Uruguai.

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul se desenvolveu, durante o Quaternário, através do desenvolvimento de um sistema de leques aluviais, na parte mais interna, e do acréscimo lateral de quatro sistemas deposicionais do tipo “Laguna-Barreira”. Cada um dos quatro sistemas Laguna-Barreira representa o pico de uma transgressão, seguida de um evento regressivo. Os depósitos sedimentares dos sistemas Laguna-Barreira I, II e III têm idade pleistocênica enquanto os depósitos do sistema IV formaram-se no Holoceno. As lagoas contempladas no presente trabalho originaram-se a partir do sistema Laguna-Barreira IV, o sistema mais a leste (TOMAZELLI; VILWOCK, 2000; VILWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Desde sua instalação, há 5.000 anos, o Sistema Lagunar Holocênico do Rio Grande do Sul tem se constituído por um conjunto de ambientes e subambientes deposicionais que, ao longo do tempo, coexistiram lado a lado, ou então gradaram temporal e/ou espacialmente uns nos outros (TOMAZELLI; VILWOCK, 1991). Segundo estes mesmos autores, assim que a planície holocênica, na fase transgressiva, ficou individualizada, foi ocupada por grandes lagunas, com canais de ligação com o oceano. Durante a fase regressiva, tais lagunas foram perdendo sua conexão direta com o mar sendo segmentadas pelo crescimento de pontais na direção NW-SE, perpendicular ao vento dominante, transformando-se em lagos rasos ligados entre si por canais interlagunares.

As lagoas costeiras do Rio Grande do Sul apresentam fraca correlação entre sua superfície e sua profundidade. Em geral, as margens oeste apresentam profundidades rasas enquanto o lado leste mostra-se mais profundo, com declividade bem acentuada. Tal morfologia anômala pode ser explicada pelo avanço das dunas eólicas sobre os corpos aquosos, em função do vento predominante (TOMAZELLI, 1993).

O clima na região (segundo a classificação de Köppen) é do tipo Cfa ou Subtropical úmido, influenciado por massas de ar quente e úmido, de origem tropical

marítima, no verão e massas de ar frio e úmido, de origem polar marítima, no inverno (FERRARO; HASENACK, 2009; HASENACK; FERRARO, 1989).

As temperaturas médias do mês mais quente superam os 22 °C e as do mês mais frio mantêm-se entre -3 °C e 18 °C. Ferraro e Hasenack, (2009) relatam uma temperatura média anual de 20,2°C em Osório, 19,9°C em Imbé e Maquiné, 19,8°C em Mostardas e, 18,5°C em Torres. Segundo Moreno (1961), a precipitação média anual situa-se em torno de 1300 mm na região de estudo. A cidade de Osório apresenta maior valor (1492 mm) se comparado a Imbé (1294 mm) e Mostardas (1121 mm), devido à sua proximidade com a escarpa do Planalto Basáltico (FERRARO; HASENACK, 2009).

As lagoas costeiras investigadas no presente estudo, com exceção da lagoa Bacopari, pertencem ao sistema lagunar do rio Tramandaí (SCHWARZBOLD, 1982; SCWARZBOLD; SCHÄFER, 1984). Este sistema é constituído por dois subsistemas: ao norte da desembocadura do rio Tramandaí, formado pelas lagoas Itapeva, dos Quadros e conjunto de lagoas de Osório; ao sul, a partir do estuário do rio Tramandaí até a lagoa Porteira (figura 1). A lagoa Bacopari, por sua vez, pertence ao sistema de lagoas isoladas, que se estende da lagoa do Quintão até a lagoa de São Simão (SCHWARZBOLD, 1982; SCWARZBOLD; SCHÄFER, 1984). As lagoas aqui estudadas são classificadas, quanto ao seu estado trófico, como intermediárias, segundo Schäfer (1988).

Devido à sua posição litorânea, a influência do mar se faz sentir em todas as lagoas. Além disso, as condições da água desses corpos hídricos estão intimamente relacionadas com a ação antrópica. As áreas adjacentes às lagoas sofrem com a expansão desordenada das habitações e atividades agropecuárias. Devido à carência de uma rede de tratamento de esgotos, grande parte dos efluentes gerados pela população dos municípios em torno das lagoas é lançada diretamente nos mananciais. Todas essas alterações acabam atingindo, direta ou indiretamente, a comunidade de Rotifera presente nesse ecossistema aquático.

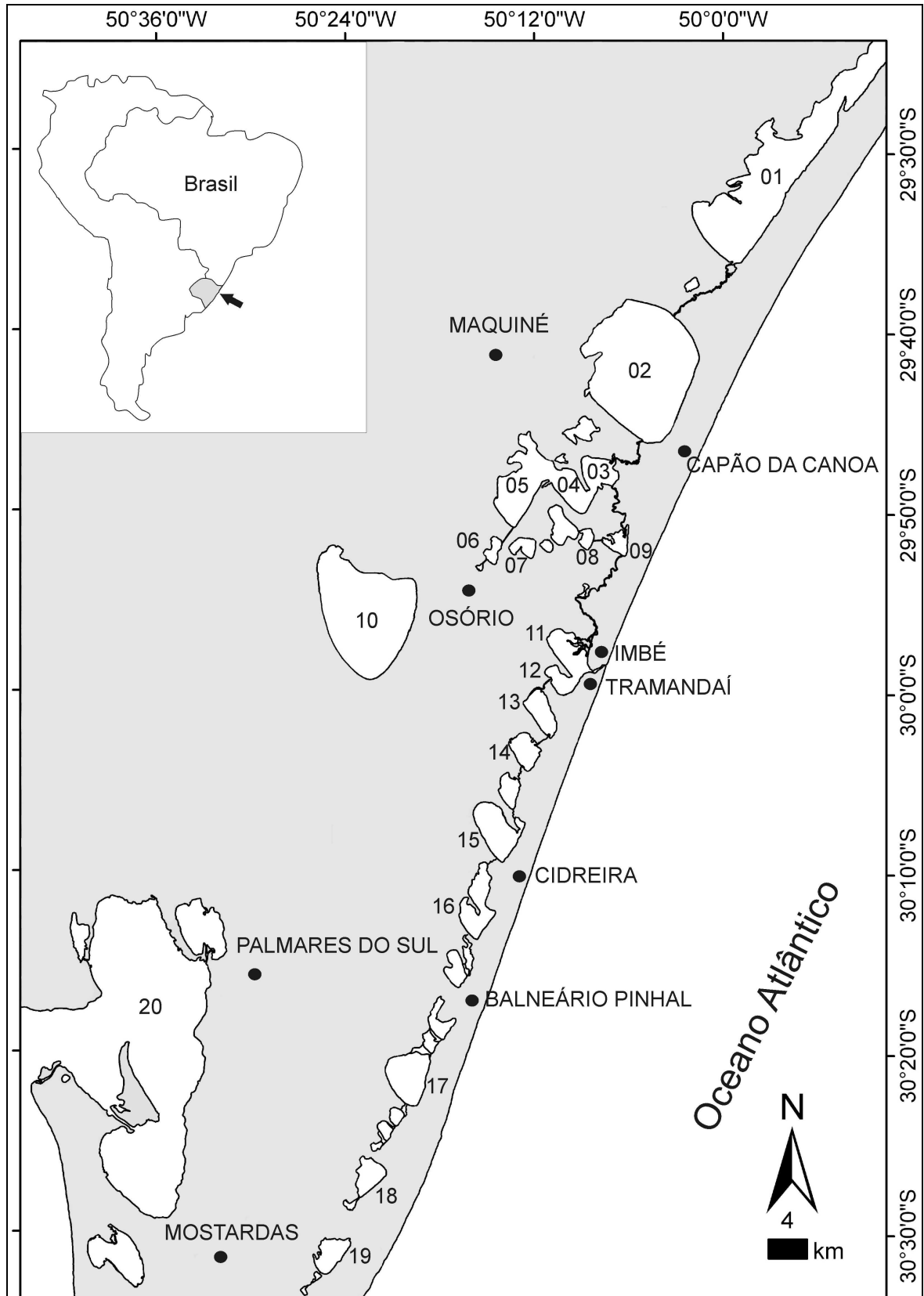


Figura 1 - Visão geral da área de estudo. Os números referem-se às lagoas. 01: Itapeva, 02: Quadros, 03: Malvas, 04: Palmital, 05: Pinguela, 06: Peixoto, 07: Caconde, 08: Lessa, 09: do Passo, 10: dos Barros, 11: Laguna Tramandaí, 12: Armazém, 13: Custódias, 14: Gentil, 15: Fortaleza, 16: Rondinha, 17: Porteira, 18: Quintão, 19: Bacopari e 20: do Casamento.
 Fonte: O autor, 2011.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Amostrou-se um ponto na região litorânea de cada uma das cinco lagoas estudadas, como mostrado na figura 2.

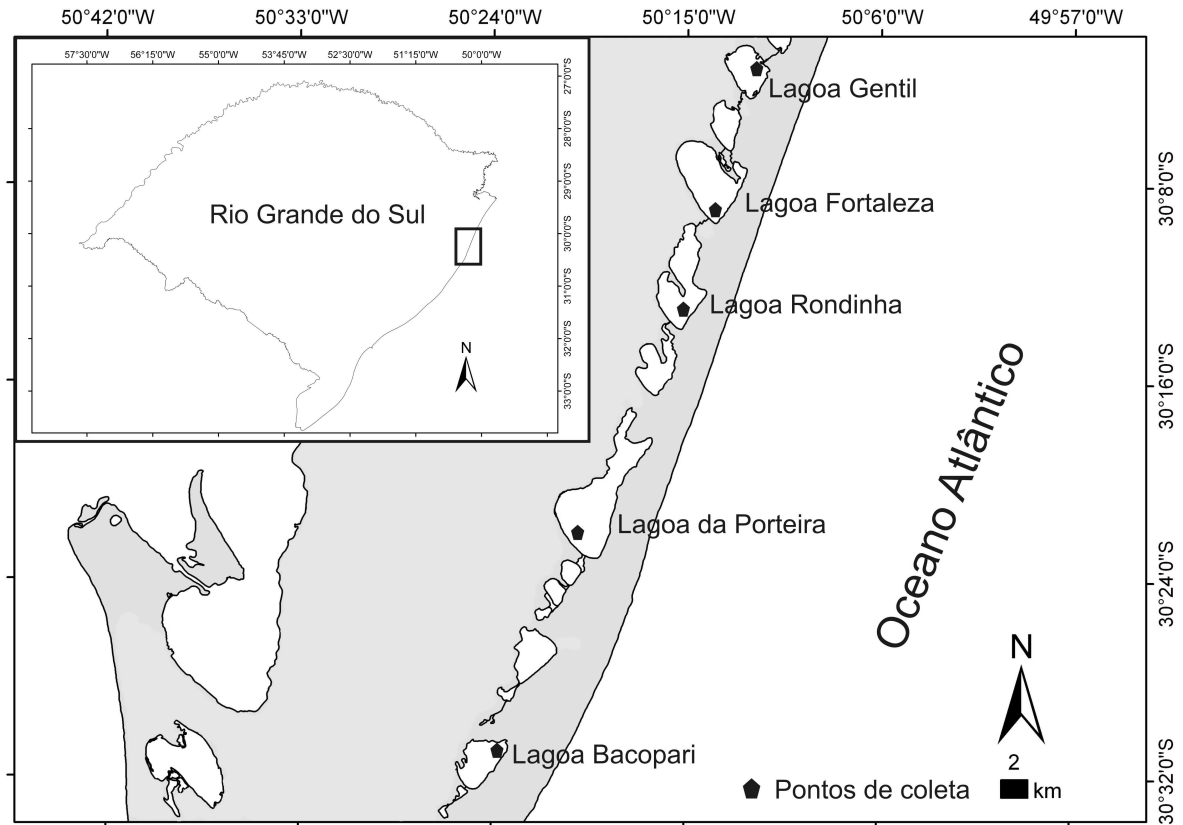


Figura 2 – Localização dos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

4.1 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

As características físicas e químicas da água foram analisadas para que a estrutura da comunidade zooplânctônica pudesse ser relacionada com as condições do ambiente. Realizou-se uma coleta no inverno de 2010 e outra no verão de 2011, ambas entre 9 h e 14 h.

Profundidade, transparência, condutividade elétrica, velocidade do vento, temperatura do ar e temperatura da água foram medidas no momento da coleta. A profundidade foi medida com uma corda graduada e a transparência com um disco de Secchi, de 20 cm de diâmetro. A condutividade foi obtida com um condutímetro

Lutron modelo CD-4301 e para medida da temperatura utilizou-se um termômetro Instrutherm modelo MO 890. Para medir a velocidade do vento foi utilizado um anemômetro digital Homis.

As demais variáveis foram analisadas no Laboratório de Águas e Sedimentos (LABAQUAS) do Centro de Estudos Costeiros Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR), em Imbé, e o método de análise e a referência utilizada estão listados na figura 3, logo abaixo. Para medição do pH (também em laboratório) utilizou-se um pHmetro Homis modelo PH – 016.

VARIÁVEL	MÉTODO DE ANÁLISE	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA
Alcalinidade	Volumetria de neutralização	APHA (2005)
Cloreto	Volumetria de precipitação	APHA (2005)
Clorofila <i>a</i>	Espectrofotometria	GOLTERMAN; CLYMO; OHNSTAD (1978)
Coliformes fecais	Substrato enzimático	APHA (2005)
Coliformes totais	Substrato enzimático	APHA (2005)
Condutividade	Condutometria	APHA (2005)
DBO ₅	Método de Winkler	APHA (2005)
DQO	Dicromatometria com refluxo aberto	APHA (2005)
Dureza	Complexometria de EDTA	APHA (2005)
Fósforo total	Absorciometria	APHA (2005)
Nitrito	Colorimetria	APHA (2005)
Nitrogênio amoniacal	Nesslerização	APHA (2005)
Nitrogênio Total	Nesslerização	APHA (2005)
Ortofosfato	Absorciometria	APHA (2005)
Oxigênio dissolvido	Método de Winkler	APHA (2005)
pH	Potenciometria	APHA (2005)
Salinidade	Volumetria de precipitação indireta	APHA (2005)
Sólidos	Gravimetria	APHA (2005)
Sulfato	Turbidimetria	APHA (2005)
Turbidez	Nefelometria	APHA (2005)

Figura 03 – Quadro apresentando a técnica de análise e referência bibliográfica utilizadas para obtenção dos valores das variáveis ambientais determinadas em laboratório.

Fonte: O autor, 2011.

4.2 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

A coleta do zooplâncton foi realizada no mesmo local e no mesmo momento da coleta de água. Filtrou-se 300 litros de água em uma rede planctônica com malha de 64 μm . O conteúdo foi fixado em formaldeído 4% neutralizado com tetraborato de sódio a 1%. Os organismos foram identificados e quantificados a partir de subamostras de 1 ml, em câmara de Sedgewick Rafter, sob microscópio óptico com aumento de 100 vezes. A identificação dos indivíduos foi baseada em Koste (1978).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o programa estatístico PAST, versão 2.08 b (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Devido à grande variação entre os valores nos diferentes pontos amostrados, tanto as variáveis físicas e químicas da água quanto a abundância dos organismos (ind./ m^3) foram transformados em $\ln(x+1)$.

Para detectar as diferenças entre os pontos amostrados, com base nas variáveis físicas e químicas da água, utilizou-se o tratamento estatístico conhecido como Análise dos Componentes Principais (PCA). Esta técnica permite reduzir a dimensionalidade dos conjuntos de dados multivariados, possibilitando uma representação gráfica das relações entre os fatores.

Para verificar a relação das variáveis ambientais com a comunidade zooplanctônica nas amostras utilizou-se a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Este método de ordenação consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. Na CCA, utilizou-se apenas as espécies presentes em duas ou mais coletas, assim como, apenas as variáveis ambientais com os maiores *loadings* na Análise dos Componentes Principais. Os *loadings* podem ser entendidos como o peso para cada variável original no cálculo do componente principal.

5 RESULTADOS

Para alcançar o objetivo proposto para este trabalho, analisou-se as variáveis ambientais e a comunidade zooplanctônica em cada uma das amostras coletadas. Os resultados encontrados são descritos abaixo.

5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis ambientais foram analisadas com o objetivo de caracterizar física e quimicamente a água nos pontos onde os organismos foram coletados. Os resultados obtidos para as vinte e quatro variáveis ambientais medidas são mostrados separadamente para facilitar a visualização e o entendimento.

5.1.1 Velocidade do vento

A figura 4 apresenta a variação da velocidade do vento nos cinco pontos amostrados, no inverno e no verão. Os maiores valores foram observados no inverno, em todas as lagoas, variando de 14,2 km/h, na lagoa Gentil, a 20,3 km/h na lagoa Fortaleza. No verão, o menor valor (6,3 km/h) foi observado na lagoa Rondinha e o maior (16,7 km/h), na lagoa Fortaleza.

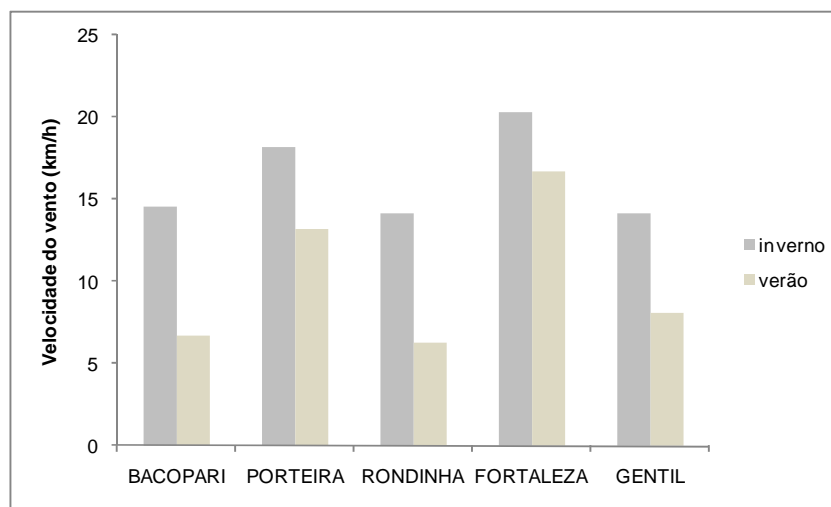


Figura 4 - Variação da velocidade do vento (km/h) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.

Fonte: O autor, 2011.

5.1.2 Temperatura da água

As maiores temperaturas foram observadas no verão, em todas as lagoas. Como mostra a figura 5, o menor e o maior valor (16,3 °C no inverno e 26,8 °C no verão) para temperatura da água foram encontrados na lagoa Bacopari.

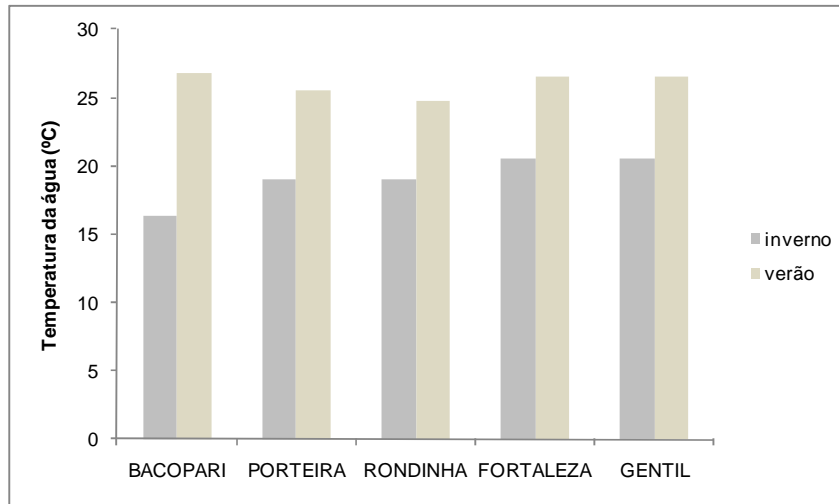


Figura 5 - Variação da temperatura da água (°C) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.3 Oxigênio dissolvido

O menor valor para O₂ foi observado na lagoa Porteira (6,1 mg/l) enquanto o maior valor (9,6 mg/l) ocorreu na lagoa Rondinha, ambas no verão (vide figura 6).

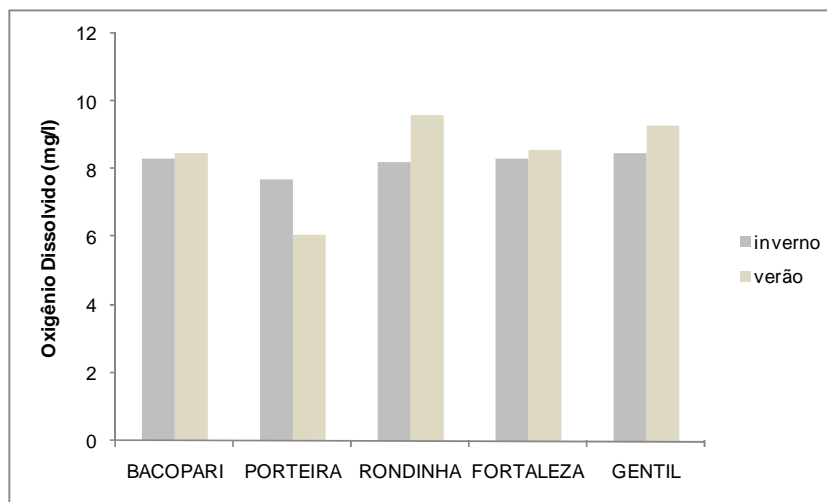


Figura 6 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.4 Condutividade elétrica

Devido à grande variação para os valores de condutividade elétrica (76,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na lagoa Bacopari, no inverno e 4120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, na lagoa Gentil, no verão), os dados foram transformados em logaritmo à base 10, como mostra a figura 7.

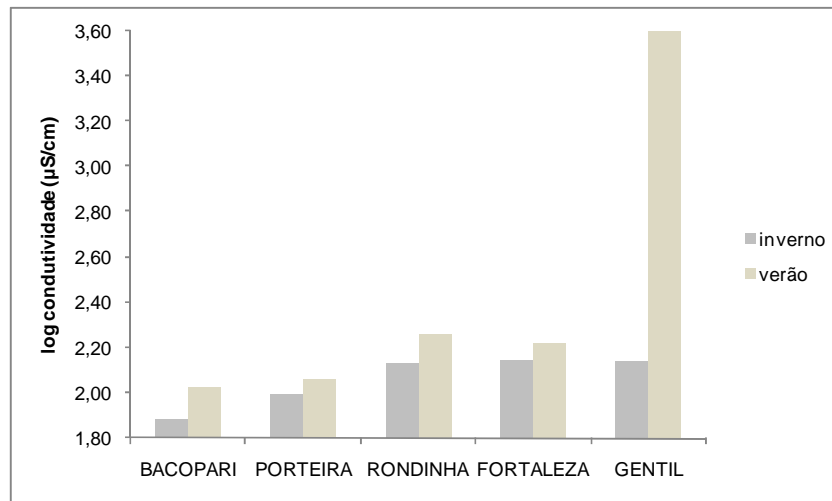


Figura 7 - Variação dos valores para condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), em log 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.5 Turbidez

Os valores de turbidez variaram de 0,02 NTU na lagoa Bacopari, no inverno, a 18,2 NTU na lagoa Porteira, no verão, como mostra a figura 9.

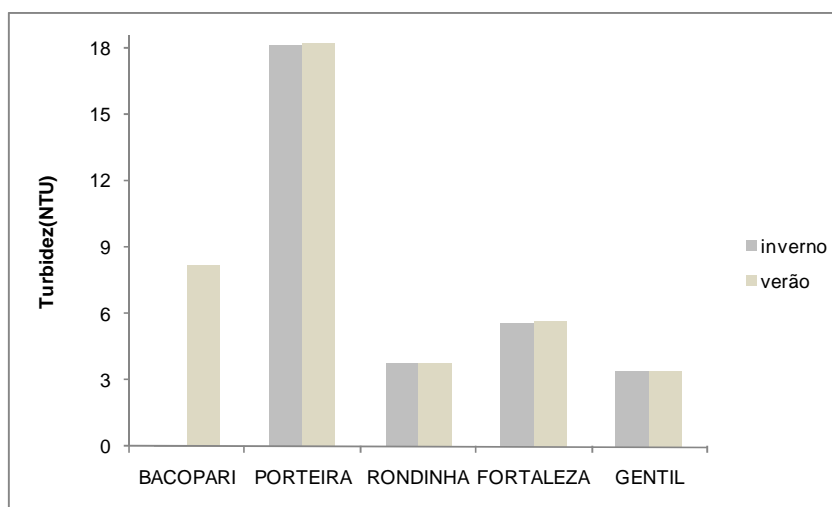


Figura 8 - Variação dos valores de turbidez (NTU) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.6 Transparência do disco de Secchi

Nas lagoas Bacopari e Fortaleza, devido a pouca profundidade, os valores não são efetivos. O menor valor ocorreu na lagoa Porteira no inverno (0,2 m) e o maior (0,89 m) na lagoa Rondinha no verão (vide figura 8).

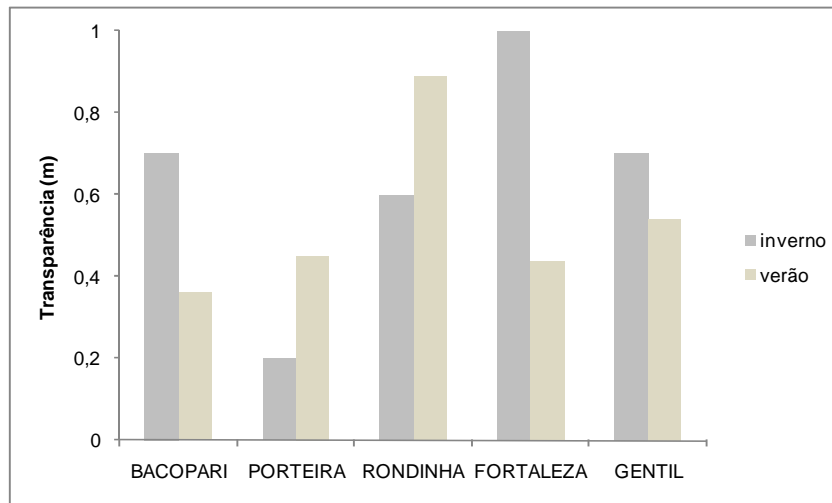


Figura 9 - Variação dos valores de transparência (m) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.

Fonte: O autor, 2011.

5.1.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH estiveram próximos da condição neutro, variando de 7,08, na lagoa Bacopari no inverno, a 7,74 na lagoa Gentil, em ambas coletas.

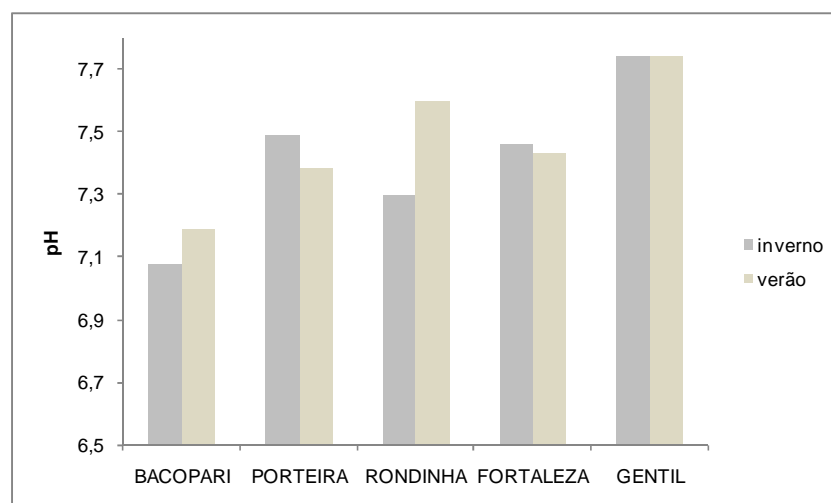


Figura 10 - Variação dos valores de pH nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.

Fonte: O autor, 2011.

5.1.8 Sólidos dissolvidos

Como mostra a figura 11, os valores variaram de 60 mg/l, na lagoa Bacopari no inverno, a 2343 mg/l na lagoa Gentil no verão.

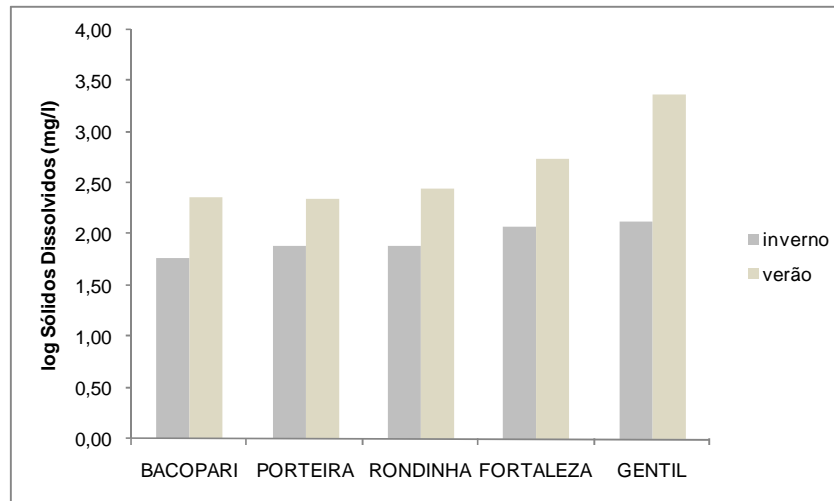


Figura 11 - Variação dos valores para sólidos dissolvidos (mg/l), em log 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.9 Sólidos suspensos

As lagoas Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno não apresentaram valores detectáveis para sólidos suspensos. O menor valor (5,45 mg/l) ocorreu na lagoa Porteira, no inverno e o maior (77,0 mg/l) na lagoa Bacopari, no verão (figura 12).

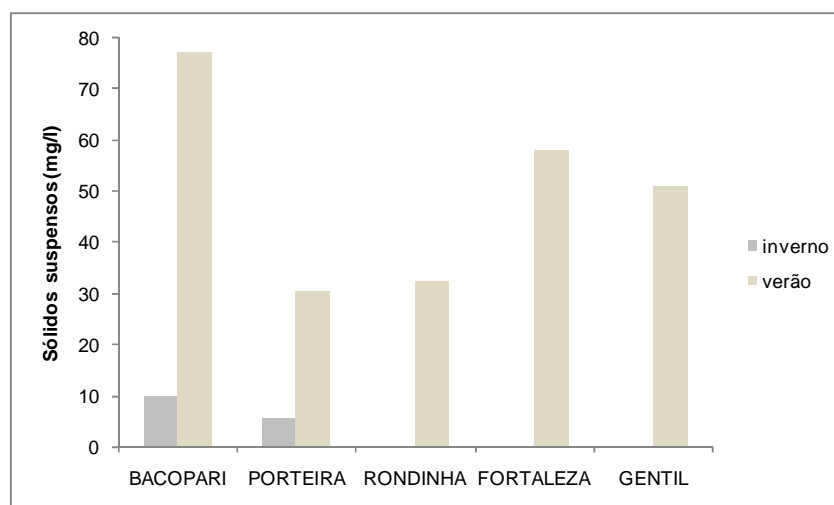


Figura 12 - Variação dos valores de sólidos suspensos nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.10 Fósforo total

Os valores extremos para fósforo total foram observados na lagoa Bacopari (0,004 mg/l no inverno e 0,050 mg/l no verão), como apresentado na figura 13.

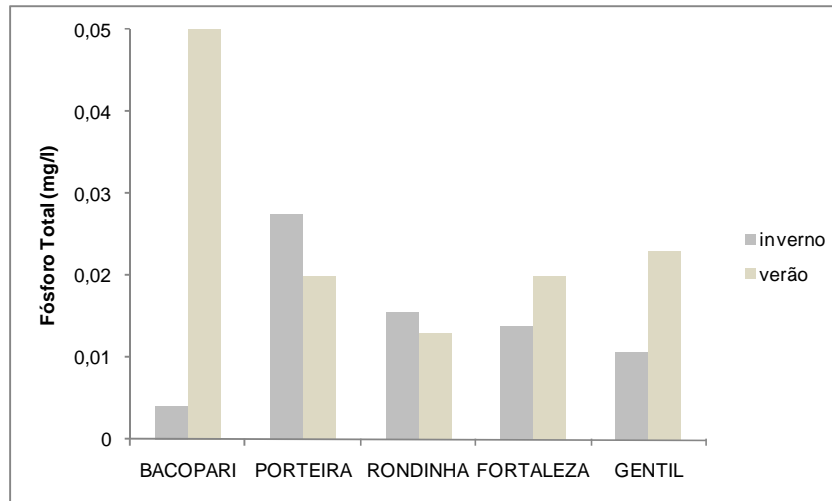


Figura 13 - Variação dos valores de fósforo total (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.11 Ortofosfato

O menor valor observado para ortofosfato (0,004 mg/l) ocorreu na lagoa Bacopari, no inverno, enquanto o maior valor (0,022 mg/l) foi medido na lagoa Porteira, no verão (vide figura 14).

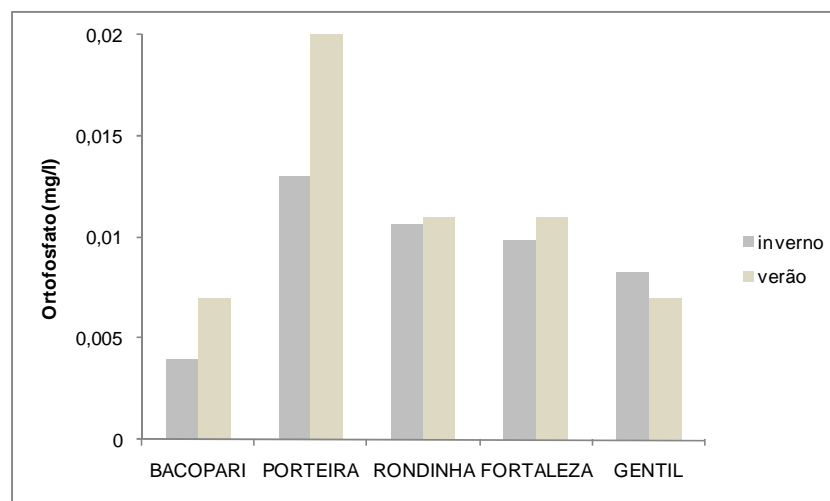


Figura 14 - Variação dos valores de ortofosfato (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.12 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

A DBO₅ variou de 0,24 mg/l, na lagoa Porteira no verão, a 1,52 mg/l na lagoa Gentil na coleta de inverno, como ilustrado na figura 15.

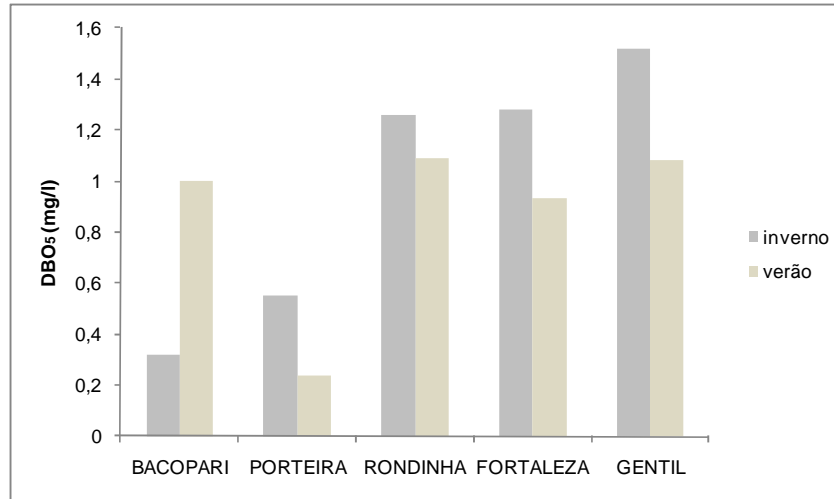


Figura 15 - Variação dos valores para DBO₅, em mg/l, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.

Fonte: O autor, 2011.

5.1.13 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os maiores valores para DQO foram observados no verão, com o extremo na lagoa Porteira (77,2 mg/l). O menor valor ocorreu no inverno, na lagoa Bacopari (4,86 mg/l), como mostrado na figura 16.

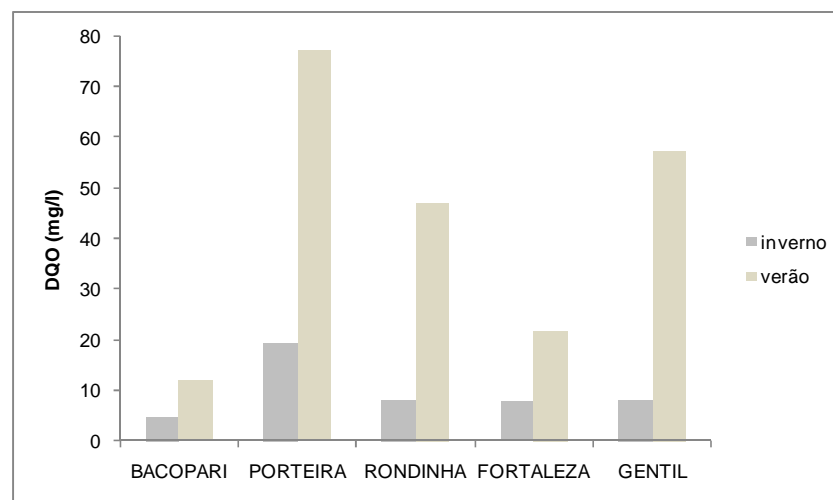


Figura 16 - Variação dos valores de DQO, em mg/l, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.

Fonte: O autor, 2011.

5.1.14 Alcalinidade

Como apresentado na figura 17, o menor valor (5 mg/l) ocorreu na lagoa Gentil no inverno e o maior (20 mg/l) na lagoa Fortaleza no verão.

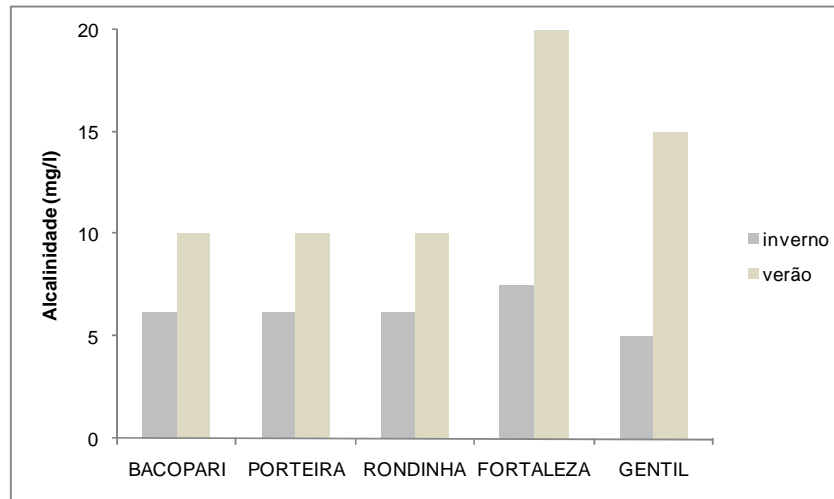


Figura 17 - Variação dos valores de alcalinidade (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.15 Dureza

Os valores para dureza variaram de 12 mg/l, na lagoa Bacopari, a 1500 mg/l, na lagoa Gentil, ambos observados no verão. Os valores foram transformados em logaritmo à base 10 (figura 18).

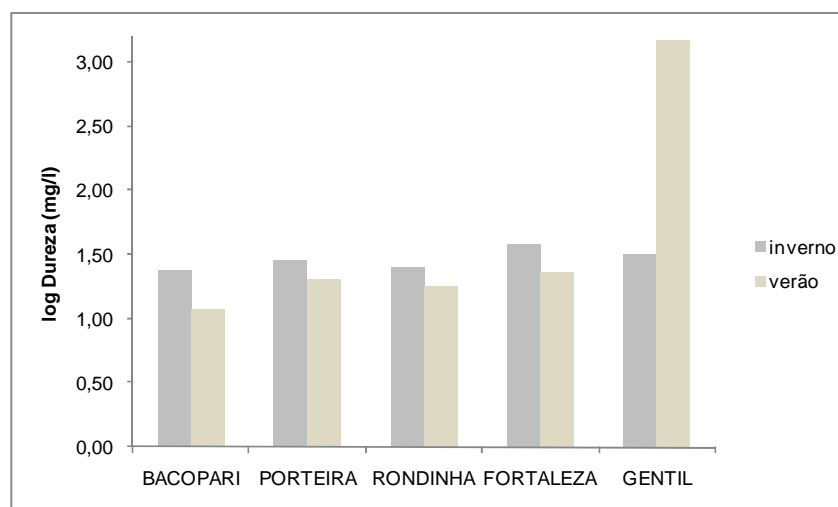


Figura 18 - Variação dos valores de dureza (mg/l), em logaritmo à base 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.16 Cloretos

Os valores obtidos para cloretos apresentaram grande variação (19,12 mg/l, na lagoa Fortaleza no verão, a 1233,66 mg/l, na lagoa Gentil no verão) e, por isso, foram transformados em logaritmo à base 10, como mostra a figura 19.

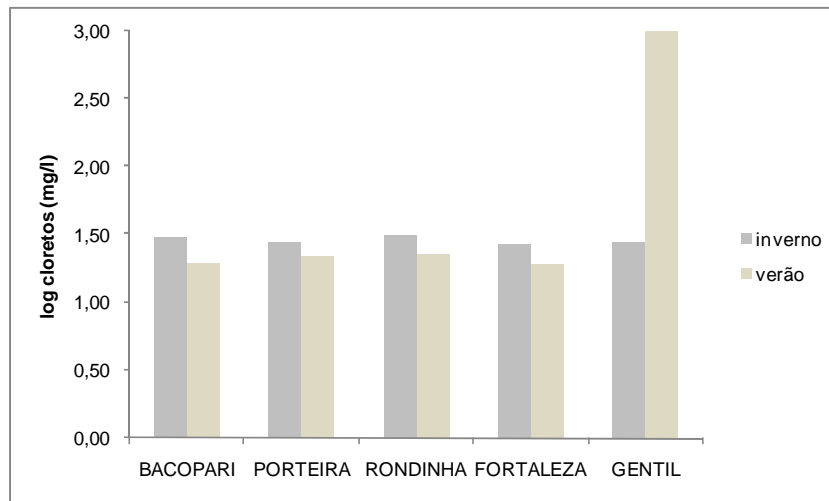


Figura 19 - Variação dos valores para cloretos (mg/l), em logaritmo à base 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.17 Nitrito

As concentrações de nitrito observadas variaram de 0,000 mg/l, nas duas coletas da lagoa Bacopari, a 0,009 mg/l na lagoa Porteira no inverno (vide figura 20).

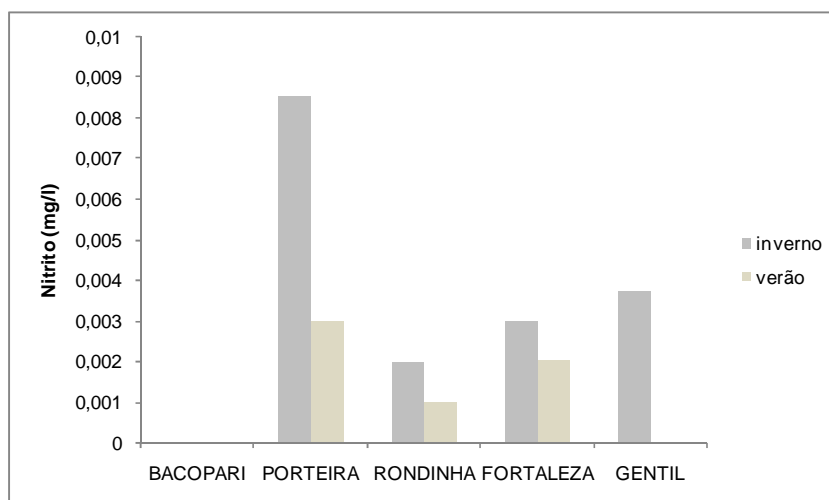


Figura 20 - Variação dos valores para nitrito (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.18 Nitrogênio amoniacal

O valor mínimo encontrado para esta variável foi 0,002 mg/l em todas as lagoas, exceto Bacopari, onde nenhum valor foi detectado. No verão, observou-se o maior valor (0,117 mg/l) na lagoa Rondinha, como mostra a figura 21.

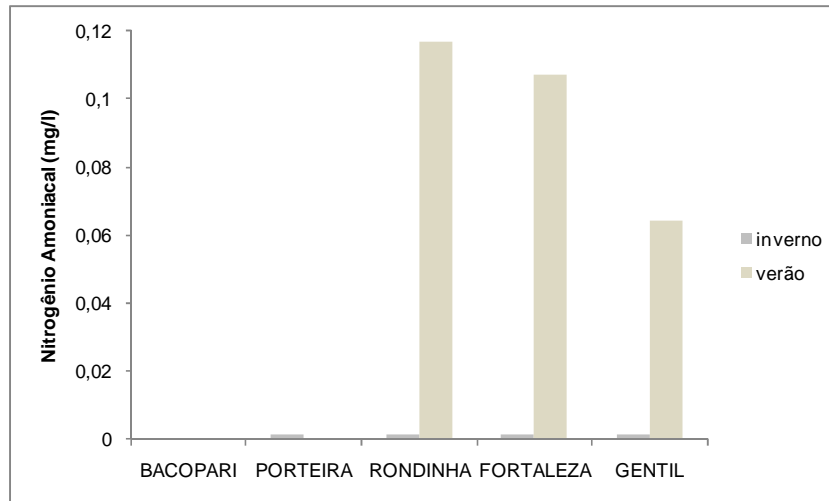


Figura 21 - Variação dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.19 Nitrogênio total

O menor valor para nitrogênio total (0,035 mg/l) ocorreu na lagoa Rondinha no inverno e o maior (0,327 mg/l) na lagoa Gentil, ambas no inverno (vide figura 22).

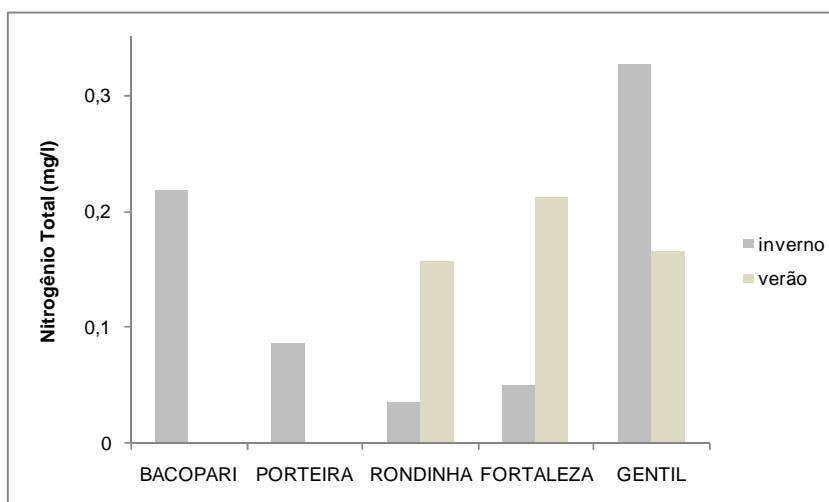


Figura 22 - Variação dos valores de nitrogênio total (mg/l) nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.20 Coliformes fecais

Como mostra a figura 23, os valores para coliformes fecais variaram de 1,0 NMP, na lagoa Gentil, a 1046 NMP na lagoa Fortaleza, ambos na coleta de inverno.

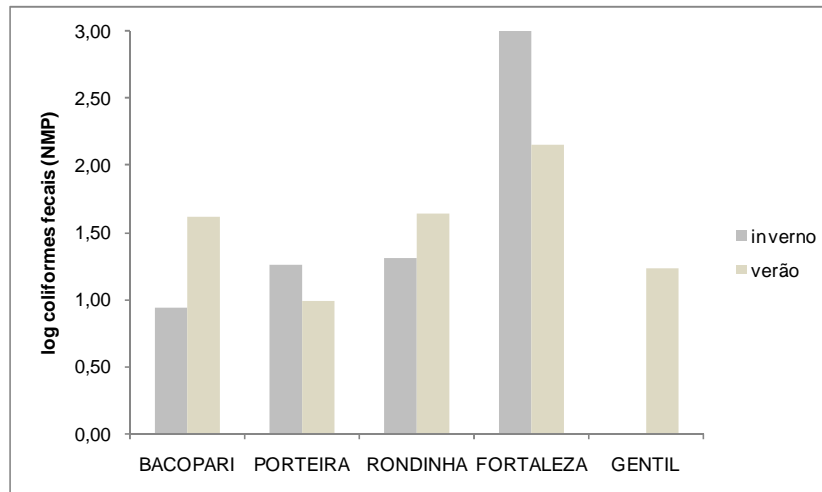


Figura 23 - Variação dos valores para coliformes fecais (NMP), em log 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.21 Coliformes totais

Na lagoa Porteira, no inverno, observou-se o menor valor para coliformes totais (69 NMP) enquanto o maior (2450 NMP) foi obtido nas lagoas Bacopari e Fortaleza, nas duas coletas (vide figura 24).

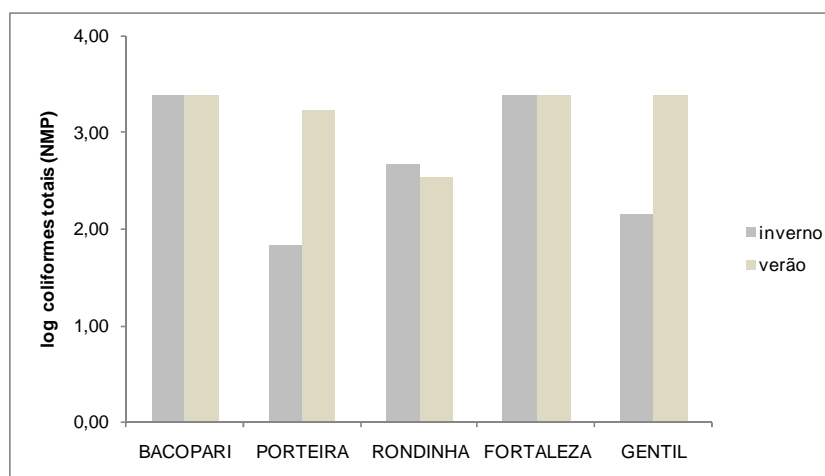


Figura 24 - Variação dos valores de coliformes totais (NMP), em logaritmo de base 10, nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. Fonte: O autor, 2011.

5.1.22 Clorofila a

O menor valor para clorofila a ($0,38 \mu\text{g/l}$) foi detectado na lagoa Bacopari e o maior ($9,04 \mu\text{g/l}$), na lagoa Porteira, ambos na estação mais fria (vide figura 25).

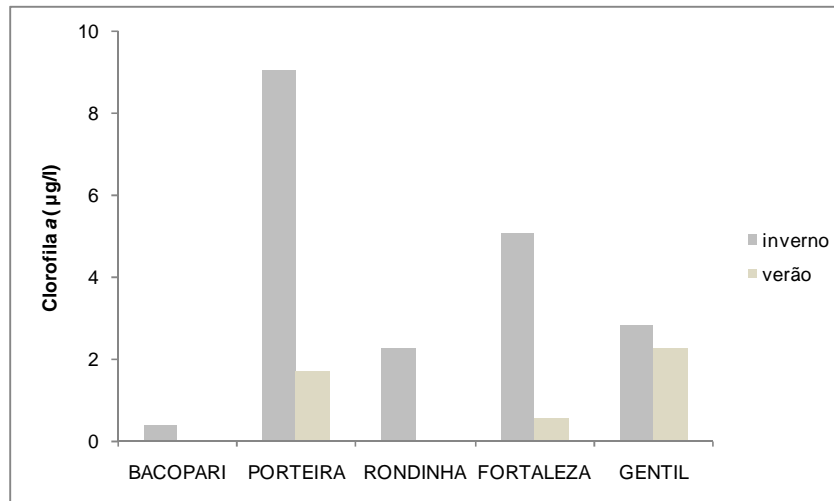


Figura 25 - Variação dos valores para clorofila a nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.23 Salinidade

A figura 26 mostra uma distribuição uniforme dos valores de salinidade (com valores entre 0,06 e 0,09), com exceção da lagoa Gentil que, na coleta de verão, apresentou o maior valor registrado para essa variável (2,26).

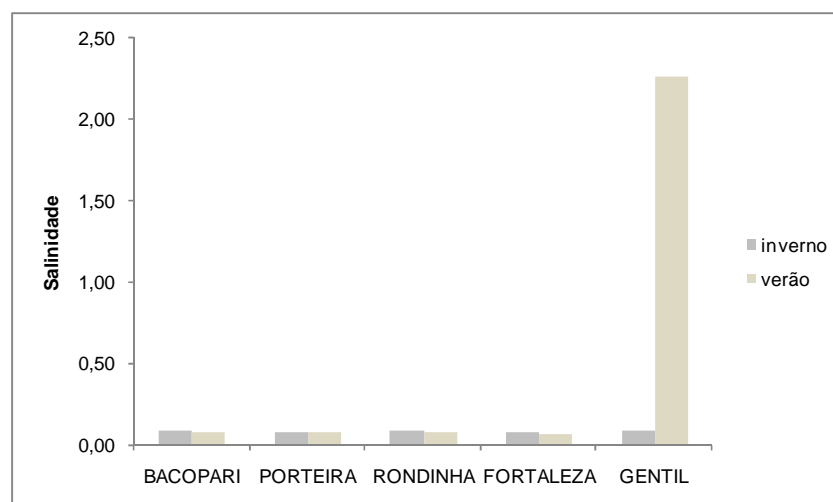


Figura 26 - Variação dos valores de salinidade nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.1.24 Sulfato

O maior valor para esta variável (381,6 mg/l) foi observado na lagoa Gentil e o menor (0,38 mg/l) na lagoa Porteira, ambos registrados no verão (vide figura 27).

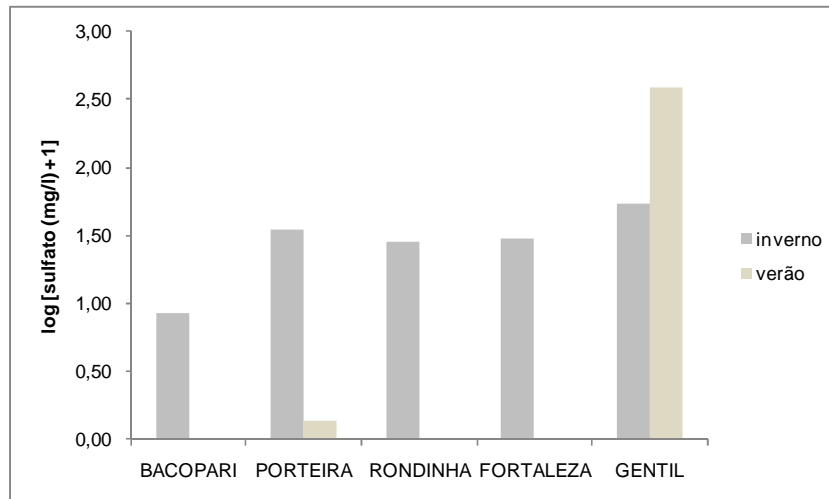


Figura 27 - Variação dos valores para sulfato (mg/l), em log (x+1), nos pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011.
Fonte: O autor, 2011.

5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A figura 30 apresenta o resultado da análise dos componentes principais (PCA) para as variáveis físicas e químicas da água nas lagoas investigadas. Na PCA, o componente 1 explica 39,08 % da variância total dos dados de variáveis ambientais enquanto o componente 2 explica 31,95 %.

O componente 1 representou a influência da água do mar sobre as lagoas. A lagoa Gentil, a mais próxima da desembocadura do rio Tramandaí, mostrou-se bastante afastada das outras lagoas, em função dos seus altos valores de condutividade elétrica, cloretos, sulfato e dureza. O componente 2 separou as lagoas quanto à sazonalidade. As variáveis sólidos suspensos e dissolvidos, coliformes fecais e totais, condutividade, cloretos, dureza, alcalinidade e DQO apresentaram correlação positiva com o eixo 2 e estão associadas à poluição orgânica. Já as variáveis clorofila a, velocidade do vento e profundidade apresentaram correlação negativa com o mesmo eixo.

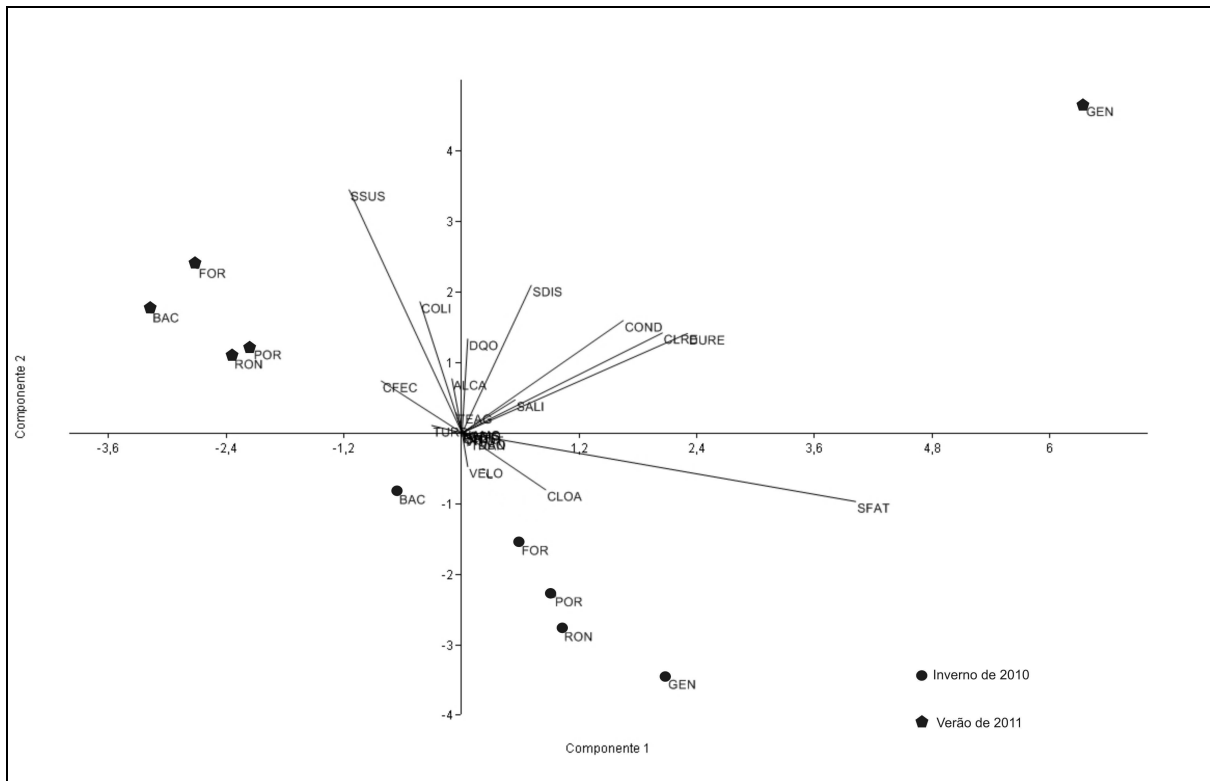


Figura 30 - Análise dos componentes principais (PCA) aplicada às variáveis físicas e químicas da água das amostras, de inverno e de verão, das cinco lagoas estudadas. GEN: Gentil, FOR: Fortaleza, RON: Rondinha, POR: Porteira, BAC: Bacopari. TEAG: Temperatura da água, VELO: velocidade do vento, ODIS: oxigênio dissolvido, COND: condutividade, TRAN: transparência, TURB: turbidez, CLRE: cloretos, SDIS: sólidos dissolvidos, FTOT: fósforo total, ORTO: ortofosfato, DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio, ALCA: alcalinidade, DURE: dureza, DQO: Demanda Química de Oxigênio, NTOT: nitrogênio total, NAMO: nitrogênio amoniacal, COLI: coliformes totais, CFEC: coliformes fecais, SFAT: sulfatos, CLOA: clorofila a, SSUS: sólidos suspensos.

Fonte: O autor, 2011.

5.3 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

A tabela 1 apresenta a abundância relativa (percentagem) de todas as espécies encontradas, nas lagoas investigadas nas coletas realizadas no inverno de 2010 e no verão de 2011. Encontrou-se, ao todo, 37 táxons distribuídos em 17 gêneros.

Os táxons *Brachionus caudatus*, *Brachionus dolobratius*, *Brachionus plicatilis*, *Euchlanis dilatata*, *Filinia opoliensis*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra* sp., *Keratella cochlearis tecta*, *Lecane hornemmani*, *Lecane luna* e *Ploesoma truncatum* estiveram presentes apenas no verão. Os táxons *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata* ocorreram apenas no inverno. As demais espécies ocorreram nas duas estações, podendo variar quantitativamente entre as amostras. *Keratella valga* e *Brachionus calyciflorus* ocorreram no verão apenas na

lagoa Gentil, estando presentes em coletas de inverno em outras lagoas. Os táxons *Brachionus plicatilis*, *Keratella serrulata*, *Lecane luna*, *Mytilina cf. mucronata* e *Ploesoma truncatum* foram encontrados em uma única amostra.

Tabela.1. Abundância relativa (%) dos táxons encontrados no inverno de 2010 e no verão de 2011. BA: Bacopari, PO: Porteira, RO: Rondinha, FO: Fortaleza, GE: Gentil, IN: Inverno e VE: verão.

ESPÉCIE	BA/IN	BA/VE	PO/IN	PO/VE	RO/IN	RO/VE	FO/IN	FO/VE	GE/IN	GE/VE
<i>Brachionus calyciflorus</i>							0,94		0,14	0,09
<i>Brachionus caudatus</i>				39,34		0,69		0,19		0,09
<i>Brachionus dolobratius</i>								0,19		3,57
<i>Brachionus falcatus</i>						0,69		0,06	0,28	
<i>Brachionus patulus</i>								0,06	0,28	0,09
<i>Brachionus plicatilis</i>										23,01
<i>Cephalodella sp.</i>		1,58			0,90	0,58	0,94			
<i>Conochilus unicornis</i>	7,35	6,69	0,52	4,05	13,16	1,51	2,83	0,74	1,83	0,19
<i>Euchlanis dilatata</i>								0,19		0,85
<i>Filinia opoliensis</i>		2,29		1,10		8,80		0,93		1,32
<i>Filinia terminalis</i>		2,99		0,74		1,85		0,43		25,54
<i>Hexarthra sp.</i>								0,12		1,32
<i>Kellicottia longispina</i>	19,61		0,52		1,34				0,14	
<i>Keratella americana</i>					4,02	1,04	8,80	1,11	4,21	1,97
<i>Keratella cochlearis cf. irregularis</i>						0,47		0,25	0,28	1,22
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	19,61	16,20	63,36	31,25	50,45	64,92	26,42	82,33	12,36	19,62
<i>Keratella tropica</i>	0,50	1,06	0,52			0,12	0,63	0,06		1,32
<i>Keratella cochlearis tecta</i>		1,24		1,10						
<i>Keratella lenzi</i>			3,66		0,23				0,14	
<i>Keratella serrulata</i>					0,23					
<i>Keratella valga</i>	0,50				0,44				0,14	1,13
<i>Lecane crepida</i>	0,50	0,71			0,44	0,12		0,06		
<i>Lecane hornemanni</i>		3,70		0,36		0,69				
<i>Lecane leontina</i>	0,97	1,17	0,52	0,36				0,06		
<i>Lecane luna</i>								0,06		
<i>Lecane lunaris</i>	6,38	1,41	3,66	0,36	2,45	2,55	0,63	0,68	0,84	12,30
<i>Lepadella patella</i>	2,94	0,18	3,66	0,36	3,58	2,20	4,08	0,06		0,09
<i>Mytilina cf. mucronata</i>									0,28	
<i>Notholca acuminata</i>			1,05						0,42	
<i>Platyias quadricornis</i>		0,35	0,52							
<i>Ploesoma truncatum</i>				16,55						
<i>Polyarthra spp</i>	9,32	27,82	13,62		9,37	5,09	27,67	1,30	58,14	2,16
<i>Pompholyx sulcata</i>	1,47		1,57		2,68	5,09	1,89	2,10	2,38	0,37
<i>Pompholyx complanata</i>	22,05	22,01	5,77	1,10	6,70	2,43	23,90	7,72	17,13	0,94
<i>Trichocerca capuccina</i>	6,38	6,69	1,05	2,95	1,78	1,16	0,31	1,24	0,42	1,69
<i>Trichocerca cylindrica</i>		2,99		0,36	0,67			0,06		
<i>Trichocerca similis</i>	2,44	1,06			1,57		0,94		0,42	1,13

Fonte: O autor, 2011.

5.4 INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

O diagrama de ordenação gerado pela análise de correspondência canônica (CCA) é mostrado na figura 31. Esse diagrama mostra o padrão de variação na composição específica da comunidade e também o padrão de distribuição das espécies ao longo das amostras, em função das variáveis ambientais de maiores loadings na PCA.

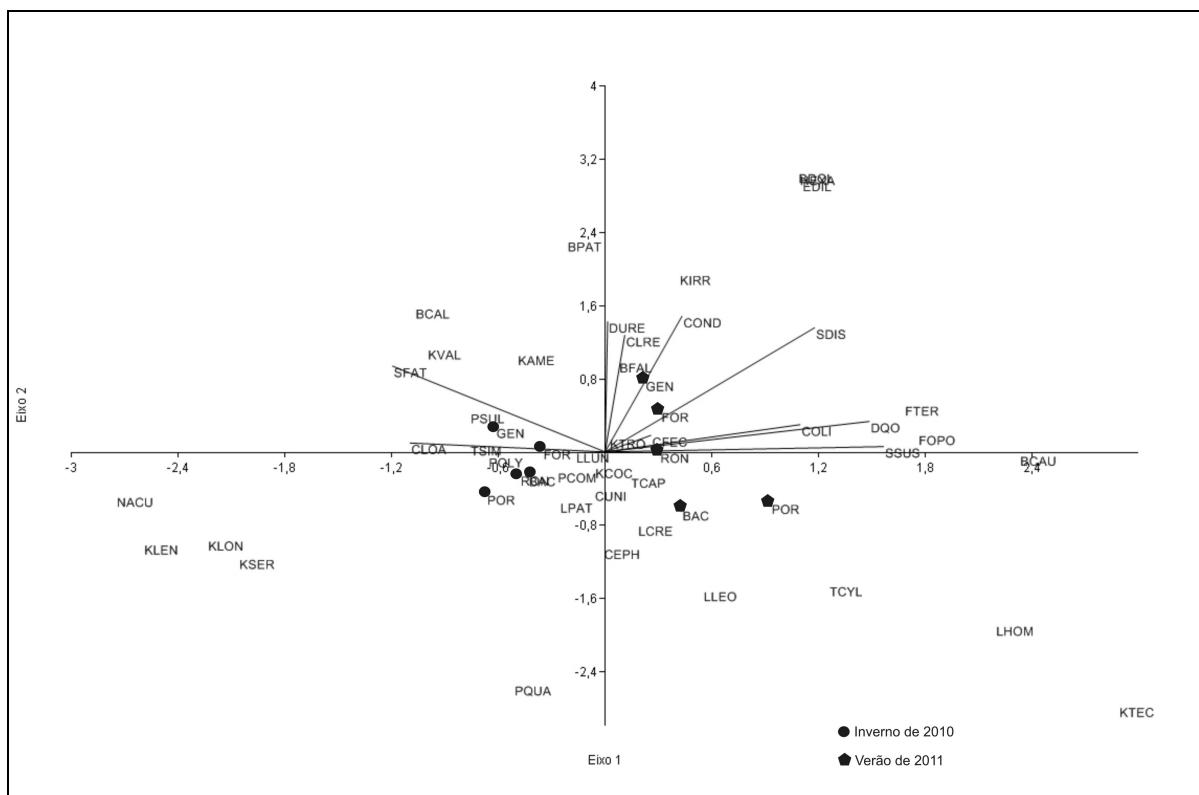


Figura 31 – Diagrama de ordenação gerado pela análise de correspondência canônica (CCA) mostrando a relação das variáveis ambientais e da comunidade zooplanctônica com os pontos amostrados nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil, no inverno de 2010 e no verão de 2011. BCAL: *Brachionus calyciflorus*, BCAU: *Brachionus caudatus*, BDOL: *Brachionus dolobratius*, BFAL: *Brachionus falcatus*, BPAT: *Brachionus patulus*, CEPH: *Cephalodella* sp., CUNI: *Conochilus unicornis*, EDIL: *Euchlanis dilatata*, FOPO: *Filinia opoliensis*, FTER: *Filinia terminalis*, HEXA: *Hexarthra* sp., KLON: *Kellicottia longispina*, KAME: *Keratella americana*, KIRR: *Keratella cochlearis* cf. *irregularis*, KCOC: *Keratella cochlearis cochlearis*, KTRO: *Keratella tropica*, KTEC: *Keratella cochlearis tecta*, KLEN: *Keratella lenzi*, KVAL: *Keratella valga*, LCRE: *Lecane crepida*, LHOM: *Lecane hornemmani*, LLEO: *Lecane leontina*, LLUN: *Lecane lunaris*, LPAT: *Lepadella patella*, NACU: *Notholca acuminata*, PQUA: *Platyias quadricornis*, POLY: *Polyarthra* spp., PSUL: *Pompholyx sulcata*, PCOM: *Pompholyx complanata*, TCAP: *Trichocerca capuccina*, TCYL: *Trichocerca cylindrica*, TSIM: *Trichocerca similis*, CLOA: *clorofila a*, CLRE: *cloretos*, COLI: *coliformes totais*, CFEC: *coliformes fecais*, COND: *condutividade*, DURE: *dureza*, SDIS: *sólidos dissolvidos*, SSUS: *sólidos suspensos*, SFAT: *sulfatos*, DQO: *Demanda Química de Oxigênio*, BAC: *Bacopari*, POR: *Porteira*, RON: *Rondinha*, FOR: *Fortaleza*, GEN: *Gentil*.

Fonte: O autor, 2011.

Na CCA, o eixo 1 apresentou autovalor 0,23 e representou 27,48 % da variância dos dados e o eixo 2 mostrou autovalor igual a 0,21 e variância 25,03 %. As variáveis ambientais coliformes totais, sólidos dissolvidos, sólidos suspensos e Demanda Química de Oxigênio (DQO) apresentaram alta correlação positiva com o eixo 1 enquanto clorofila *a* e sulfato, mostraram alta correlação negativa com este mesmo eixo. Com o eixo 2, condutividade elétrica, cloretos, sólidos dissolvidos, dureza e sulfato, todas elas, foram as variáveis mais correlacionadas positivamente.

As espécies *Brachionus caudatus*, *Brachionus dolobratu*s, *Filinia opoliensis*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra* sp., *Euchlanis dilatata*, *Keratella cochlearis tecta*, *Lecane hornemmani* e *Trichocerca cylindrica* mostraram alta correlação positiva com o eixo 1 enquanto *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata* mostraram alta correlação negativa com o mesmo eixo.

*Brachionus dolobratu*s, *Brachionus patulus*, *Brachionus calyciflorus*, *Euchlanis dilatata*, *Hexarthra* sp., *Keratella americana*, *Keratella cochlearis* cf. *irregularis* e *Keratella valga* apresentaram alta correlação positiva com o eixo 2 enquanto *Cephalodella* sp., *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata*, *Lecane leontina*, *Platyias quadricornis*, *Trichocerca cylindrica*, *Lecane hornemmani* e *Keratella cochlearis tecta* foram as mais negativamente correlacionadas com este eixo.

As coletas realizadas no verão mostraram correlação positiva com o eixo 1 ao contrário das coletas de inverno, negativamente correlacionadas com este eixo. Com o eixo 2, apenas as lagoas Gentil e Fortaleza apresentaram-se mais correlacionadas positivamente. O segundo eixo está mais correlacionado com a proximidade das lagoas com o mar.

6 DISCUSSÃO

As análises das variáveis ambientais e do zooplâncton feitas neste trabalho baseiam-se em coletas episódicas, evidenciando assim, características momentâneas do ambiente do zooplâncton. No entanto, as características da comunidade de Rotifera podem estar mais ligadas a mudanças pretéritas na qualidade da água.

6.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Segundo Schäfer (1992), ao contrário da maioria das linhas de costa no mundo, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul a maior parte das lagoas apresenta água doce e até mesmo potável. Para que a qualidade da água das lagoas estudadas fosse avaliada, vinte e quatro variáveis ambientais foram analisadas.

A velocidade do vento foi medida em campo no momento da coleta, ou seja, a influência de barreiras orográficas foi considerada na medição. Todos os pontos amostrados apresentaram direção do vento Nordeste com maior valor no inverno. Segundo Pedrozo (2000), a ação do vento tem um importante papel na determinação das condições limnológicas das lagoas costeiras, promovendo a ressuspensão de sedimentos e nutrientes para a coluna d'água.

Como esperado, os maiores valores de temperatura da água ocorreram no verão em todas as lagoas. Entre as lagoas, a temperatura mostrou comportamento bastante homogêneo, apresentando pouca variação. De acordo com Schwarzbald (1982), as lagoas apresentam regime de isotermia vertical pois, devido à ação do vento, há circulação de toda a massa d'água, não havendo estratificação térmica.

Os valores obtidos para oxigênio dissolvido apresentaram pouca variação espacial e temporal, com o menor valor sendo observado na lagoa Porteira no verão. Segundo Esteves (1988), a temperatura influencia diretamente tanto na respiração dos organismos quanto em outras reações oxidativas, e com a elevação da temperatura, a velocidade das reações aumenta significativamente. Dessa forma, com o aumento do metabolismo dos organismos no ecossistema aquático, é de se esperar uma diminuição nos valores de O₂ em períodos mais quentes.

O súbito aumento da condutividade elétrica, segundo Pedrozo (2000), pode ajudar a detectar fontes poluidoras pontuais. Em todas as lagoas investigadas no presente estudo, os maiores valores para condutividade ocorreram no verão. O maior aporte de esgotos nos meses mais quentes pode elevar os valores de condutividade elétrica pelo aumento nas taxas de decomposição da matéria orgânica.

Entre as lagoas, a condutividade mostrou-se uniforme nas duas estações. A lagoa Gentil apresentou condutividade elétrica extremamente alta, porém dentro da amplitude dos valores apresentados em Würdig (1987). A mistura de águas continentais com águas do mar, na lagoa Gentil é relatada por Schwarzbald (1982).

Para Esteves (1988), do ponto de vista óptico, a transparência pode ser considerada o oposto da turbidez. Nas lagoas Bacopari e Fortaleza a medida da transparência da água não foi efetiva. Nestes pontos de coleta, apesar de toda a coluna d'água ser iluminada pela radiação solar, os valores de transparência mostraram-se muito baixos devido a pouca profundidade encontrada. A lagoa Gentil apresentou maior profundidade Secchi no período mais frio, provavelmente, devido à menor quantidade de sólidos em suspensão nessa época. Nas lagoas Rondinha e Porteira, no entanto, os valores para transparência do disco de Secchi foram menores no inverno apesar da baixa quantidade de sólidos em suspensão nessa época. Isso pode ser explicado pela presença de nuvens no momento da coleta, o que bloquearia a incidência direta da radiação solar na coluna d'água.

Segundo Esteves (1988), a turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação. Sendo assim, a turbidez quantifica o quanto a luz que atravessa a coluna d'água é dispersa e absorvida pelas partículas suspensas e dissolvidas. Nas lagoas amostradas, a turbidez, nos diferentes pontos amostrados, não variou entre as estações, exceto na lagoa Bacopari. A lagoa Porteira apresentou os maiores valores para turbidez, assim como os menores valores para oxigênio dissolvido, nas duas coletas. Segundo Castro *et al.* (2005), alta turbidez e baixo nível de oxigênio podem ser resultado da decomposição da matéria orgânica.

O pH apresentou-se muito próximo da neutralidade, inclinando-se à condição alcalino, em todas as amostragens. As lagoas da região mostraram valores de pH próximos da condição neutro também em outros trabalhos (e.g. PEDROZO, 2000; PEDROZO; ROCHA, 2007; WÜRDIG, 1987).

Todas as lagoas estudadas apresentaram maiores valores para sólidos dissolvidos no verão. Os valores extremos para salinidade, sulfato, sólidos suspensos, dissolvidos, cloretos para a lagoa Gentil, no verão, sugerem uma maior entrada de água do mar na lagoa nessa época do ano. Tendo-se em vista que as lagoas apresentam-se interligadas, maiores valores para essas variáveis são também esperadas para os corpos d'água adjacentes. Além disso, segundo Pedrozo (2000), maiores valores para sólidos dissolvidos podem decorrer da influência dos despejos de esgoto doméstico nos corpos hídricos.

De acordo com Pedrozo e Rocha (2007), os sólidos suspensos possuem efeito indireto sobre a biota aquática, pois bloqueiam a penetração da luz, reduzem os níveis de oxigênio dissolvido e induzem a um aumento na temperatura da água. Os maiores valores para sólidos em suspensão foram observados no verão, em todas as lagoas. A ação do vento é um dos principais responsáveis pela ressuspensão do sedimento, aumentando a quantidade de sólidos em suspensão na coluna d'água. Sendo que a velocidade do vento apresentou-se menor no verão, os maiores valores para sólidos em suspensão nessa época podem ser explicados pelo aumento de despejo de esgotos nas lagoas durante os meses mais quentes.

O fósforo é usado na elaboração de compostos químicos, orgânicos e inorgânicos, dentre os quais podemos citar sabões e detergentes, pesticidas, inseticidas, entre outros. De acordo com Wetzel (1975), teores de fósforo entre 0,01 mg/l e 0,05 mg/l são geralmente encontrados em águas naturais. Nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, segundo Schäfer (1988), a permanente circulação do corpo d'água abastece todas as camadas de água com oxigênio, cuja presença é determinante para a fixação do fósforo no sedimento. No presente estudo, o maior valor foi observado na lagoa Bacopari, no verão. Esta lagoa é usada como fonte de água para as plantações de arroz próximas podendo também receber água (com fertilizantes e pesticidas) dessas lavouras, elevando assim os teores de fósforo.

As concentrações de ortofosfato mostraram-se também muito baixas em todas as lagoas, nas duas estações do ano. Segundo Margalef (1983), uma reciclagem muito rápida do fósforo, na forma de ortofosfato, no meio aquático pode torná-lo indisponível na coluna d'água.

A quantidade de matéria orgânica e de substâncias redutoras presentes na água são corriqueiramente avaliadas através das medidas de DBO₅ e DQO. A DBO mede a quantidade de oxigênio utilizada diretamente pelos microorganismos na

oxidação da matéria orgânica (STUMM; MORGAN, 1970). A resolução CONAMA nº 357 atribui 3 mg/l para a DBO_5 como limite para a proteção da vida aquática. No presente trabalho, o maior valor (1,52 mg/l) foi encontrado na lagoa Gentil no inverno. A DQO é a medida da quantidade equivalente de um agente oxidante necessária para a oxidação dos constituintes orgânicos de uma amostra de água (STUMM; MORGAN, 1970). Esta variável apresentou pouca variação entre as lagoas no inverno, sendo maior, em todas elas, na coleta de verão, sugerindo maiores teores de matéria orgânica na água nessa época do ano.

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, sendo que tal capacidade depende da presença de alguns compostos, principalmente, bicarbonatos e carbonatos (ESTEVES, 1988). Pedrozo (2000) ressalta a influência da decomposição orgânica sobre os valores de alcalinidade, sendo que esta mostrou correlação positiva com DBO_5 , nitrogênio amoniacal e nitritos nas lagoas estudadas pela autora. No presente estudo, os maiores valores para alcalinidade foram encontrados no verão em todos os pontos amostrados, provavelmente, em resposta à maior pressão antrópica nessa época.

A dureza da água reflete, principalmente, o teor de íons de cálcio e de magnésio combinados a carbonatos ou bicarbonatos, podendo também estar associados a sulfatos e cloretos (MARGALEF, 1983). Assim como a alcalinidade, a dureza mostrou alta correlação positiva com as variáveis indicadoras de poluição orgânica, nas lagoas estudadas por Pedrozo (2000). No presente trabalho, a dureza variou pouco espacial e temporalmente, com exceção da lagoa Gentil, que no verão mostrou um valor extremamente alto, provavelmente em resposta ao aporte de água do mar.

Os cloretos, assim como a dureza, mostraram uniformidade entre as lagoas e entre os períodos frio e quente do ano, com exceção do valor extremamente elevado observado na lagoa Gentil, no verão. Assim como a dureza, o aumento nos valores de cloretos também podem indicar contaminação orgânica. No entanto, neste estudo, o valor extremo parece estar mais ligado à influência da água do mar.

O nitrito, segundo Pedrozo e Rocha (2007), é comum em águas poluídas, ocorrendo em baixas concentrações em águas bem oxigenadas e em altos teores em ambientes anaeróbicos. Nas amostras aqui analisadas, o valor máximo encontrado (0,009 mg/l) ficou muito abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA (1,0 mg/l).

De acordo com Hutchinson (1967), as principais fontes naturais de nitrogênio para o corpo d'água podem ser a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio lago. Pedrozo (2000) encontrou maiores valores de nitrogênio total nas lagoas com maior poluição orgânica. No presente trabalho, o nitrogênio total, assim como o nitrogênio amoniacal, apresentou valores bastante baixos nas amostras, não podendo assim, ser atribuídos à ação antrópica.

Os coliformes são indicadores úteis de contaminação da água, pois estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal de humanos e outros animais e sua presença na água, portanto, indica contaminação fecal (MADIGAN *et al.*, 2010). A lagoa Fortaleza apresentou as maiores concentrações para coliformes fecais nas duas coletas, com o maior valor ocorrendo no inverno. Essa grande concentração observada no período mais frio pode estar associada a uma fonte pontual de esgoto já que algumas empresas que fazem limpeza de fossas sépticas despejam os resíduos diretamente nas lagoas.

A quantificação da clorofila *a* tem sido utilizada como indicador da biomassa fitoplanctônica e do processo de eutrofização (PEDROZO, 2000). Dessa maneira, maiores valores para a clorofila *a* seriam esperados para o verão, quando as lagoas estudadas recebem maior aporte de esgotos. Entretanto, os valores para clorofila *a* apresentaram-se mais elevados na coleta de inverno. A presença de grande quantidade de material em suspensão na água, no verão, dificulta a penetração da luz na coluna d'água, podendo assim, diminuir a produção primária do fitoplâncton.

Segundo Esteves (1988), a salinidade expressa a concentração de sais minerais dissolvidos na água. Segundo o autor, os principais íons responsáveis pela formação de sais em águas interiores são: cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, cloreto e sulfato. A variação nos valores de salinidade, no presente estudo, seguiu o mesmo padrão da dureza, da condutividade e dos cloretos, atingindo o valor máximo na lagoa Gentil no verão.

O teor de sulfatos em águas, segundo Esteves (1988), é fortemente influenciado pela formação geológica da bacia de drenagem, sendo que a proximidade com o mar e o estágio de evolução do sistema também influenciam a concentração desse elemento. Pedrozo (2000) encontrou correlações positivas significativas dos sulfatos com os descritores ambientais ligados à contaminação orgânica. As lagoas, contempladas no presente estudo, com exceção da lagoa

Gentil, mostraram maiores teores de sulfatos no inverno. Esse fato, como abordado por Esteves (1988), pode estar ligado à proximidade com o mar. No inverno, há maior incidência do vento Nordeste, podendo carregar o *spray* marinho para os corpos d'água.

Na lagoa Gentil, o teor de sulfatos foi alto nas duas estações. Os altos valores de cloretos, condutividade, salinidade e dureza observados na lagoa Gentil mostram que, essa lagoa, além de receber os *sprays* marinhos, sofre influência direta da água do mar.

Através da Análise dos Componentes Principais (PCA), nota-se que as variáveis sulfatos, cloretos, condutividade, salinidade e dureza mostraram-se positivamente correlacionadas com o componente 1. Entre as amostras, a coleta de verão da lagoa Gentil apresentou a maior correlação com este mesmo eixo. Como discutido anteriormente, as variáveis citadas acima estão relacionadas com o aporte de água do mar. Sendo assim, fica evidente a influência da proximidade desta lagoa com a desembocadura do rio Tramandaí.

As variáveis coliformes fecais, coliformes totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, condutividade elétrica, cloretos, dureza e Demanda Química de Oxigênio mostraram correlação positiva com o eixo 2, assim como ocorrido com as coletas de verão. Durante a estação mais quente, devido ao turismo, a pressão antrópica sobre os corpos hídricos aumenta consideravelmente. Com o tratamento de esgotos precário ou inexistente na região, a correlação positiva dessas variáveis indicadoras de poluição orgânica com as amostras de verão justifica-se pelo maior aporte de esgotos para as lagoas.

As amostras coletadas no inverno mostraram correlação negativa com o componente 2, assim como clorofila *a* e sulfatos. A concentração de clorofila *a*, como discutido anteriormente, está bastante relacionada à quantidade de sólidos em suspensão. Estes apresentaram as menores concentrações no inverno favorecendo a penetração da luz na água e, conseqüentemente, o aumento na produção primária fitoplanctônica. A correlação do teor de sulfatos com as coletas de inverno pode estar relacionada à ação do vento Nordeste, que carrega *sprays* marinhos para dentro dos corpos d'água.

6.2 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

A composição e a abundância relativa das espécies nas comunidades aquáticas podem ser fortemente influenciadas por variações no estado trófico, turbidez e salinidade da água e podem ser usados como indicadores de alterações ambientais (SOUSA *et al.*, 2008). De acordo com Pedrozo (2000), a composição do zooplâncton, em diferentes corpos d'água, varia grandemente em termos qualitativos e quantitativos, não somente de uma água para outra, mas também dentro do mesmo corpo hídrico, durante as estações do ano.

Neste contexto, este trabalho investigou a composição específica de Rotifera nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil no inverno de 2010 e no verão de 2011. Em um estudo feito em seis lagoas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Pedrozo e Rocha (2005) encontraram quarenta táxons de Rotifera. No presente estudo, estiveram presentes trinta e sete táxons, pertencentes a dezessete gêneros. Na coleta de inverno, 24 táxons foram identificados, resultando em uma abundância total de 36520 ind./m³ enquanto no verão, 33 táxons foram encontrados, totalizando 95560 ind./m³.

Segundo Andrew e Andrew (2005), temperaturas mais elevadas no verão promovem o crescimento das populações de rotíferos, sendo que as máximas densidades populacionais ocorrem nos períodos mais quentes. Ainda que um único fator não seja o responsável pelas flutuações nas densidades dos rotíferos, a temperatura exerce grande influência sobre a distribuição sazonal e horizontal em rotíferos planctônicos (ARORA; MEHRA, 2003; BERZINS; PEJLER, 1989b). De acordo com Wetzel (1975), aumentos na temperatura da água resultam em um efeito imediato sobre o número de mudas e gerações.

Os táxons *Brachionus caudatus*, *Brachionus dolobratius*, *Brachionus plicatilis*, *Euchlanis dilatata*, *Filinia opoliensis*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra* sp., *Keratella cochlearis tecta*, *Lecane hornemmani*, *Lecane luna* e *Ploesoma truncatum* estiveram presentes apenas no verão enquanto *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata* ocorreram somente no inverno. As demais espécies foram encontradas nas duas estações, podendo variar quantitativamente entre as amostras.

Brachionus plicatilis é considerado um habitante muito comum e amplamente distribuído em águas salinas enquanto *Filinia opoliensis* ocorre principalmente em águas quentes (HUTCHINSON, 1967). Segundo Berzins e Pejler (1989b), *Keratella cochlearis tecta* apresenta sua abundância máxima a 18°C. *Keratella serrulata*, de

acordo com os mesmos autores, apresenta sua máxima abundância próximo a 15°C enquanto *Notholca acuminata* apresenta um pico de abundância próximo aos 8°C e outro em torno de 16°C. Esses autores classificam *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis* e *Kellicottia longispina* como espécies euritéricas. *Keratella cochlearis* mostrou esse padrão, ocorrendo nas duas estações em altas abundâncias, sendo também a espécie dominante em algumas coletas. *K. longispina*, no entanto, ocorreu apenas no inverno.

Estudando os rotíferos planctônicos da bacia no rio Samborombón, na Argentina, Modenutti (1998) encontrou a maioria das espécies de *Brachionus* em águas com temperatura entre 20°C e 28°C enquanto *Notholca acuminata* foi registrada em temperaturas abaixo de 15°C. Segundo a autora, *Polyarthra vulgaris*, *Keratella tropica* e *Keratella cochlearis* não mostraram preferência por temperatura alguma.

Filinia terminalis é conhecida como uma espécie de águas frias, não ocorrendo em temperaturas acima de 15°C (RUTNER-KOLISKO, 1980). No entanto, em um estudo feito em três lagos rasos eutróficos em Portugal, Castro *et al.* (2005) relatam a grande contribuição de *F. terminalis* para a abundância total dos rotíferos durante os meses mais quentes. No presente estudo, essa espécie ocorreu somente no verão, provavelmente, devido aos seus hábitos alimentares. Segundo Pourriot (1977), *F. terminalis* alimenta-se essencialmente de detritos. Nas lagoas aqui estudadas, a quantidade de detritos tende a ser maior no verão, o que favorece a ocorrência dessa espécie no período mais quente.

Como discutido em Pedrozo (2000), em regiões subtropicais, além da temperatura e da luminosidade, as condições tróficas têm uma influência marcante na sazonalidade de algumas espécies zooplânctônicas. Nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, durante o verão, a pressão antrópica é intensificada aumentando a carga de poluentes orgânicos para os corpos hídricos, direcionando-os para a condição eutrófica.

Mäemets (1983) classifica *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina* e *Keratella serrulata* como indicadores de ambientes oligo-mesotróficos enquanto *Trichocerca capuccina* e *Keratella cochlearis tecta* indicam ambientes mesoeutróficos. *Brachionus* spp., *Pompholyx sulcata*, *Pompholyx complanata* e *Trichocerca cylindrica* são consideradas, pelo mesmo autor, indicadores de ambientes eutrofizados.

Duggan, Green e Shiel (2002), estudando lagos da Nova Zelândia, encontraram *Conochilus unicornis* relacionada a ambientes mais oligotróficos enquanto *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis tecta* e *Keratella tropica* estiveram mais associadas a condições eutróficas.

As espécies *Brachionus caudatus*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis tecta* e *Euchlanis dilatata*, encontradas neste estudo, são consideradas por Pedrozo (2005) tolerantes à poluição orgânica.

O gênero *Brachionus* ocorre geralmente em águas eutróficas. *Brachionus calyciflorus* ocorreu somente na lagoa Fortaleza no inverno e na lagoa Gentil, nas duas estações, em baixas densidades nas três amostragens. *Brachionus calyciflorus*, segundo Sládeček (1983), é uma espécie cosmopolita de águas alcalinas, tolerando ambientes altamente poluídos e é considerada, por Arora (1966), uma espécie comum em ambientes eutrofizados.

Keratella tropica, segundo Arora (1966), prefere águas poluídas. No entanto, no presente estudo, essa espécie ocorreu na maioria das amostras, apesar das baixas densidades, não mostrando uma relação clara com o estado trófico da lagoa.

A densidade do zooplâncton é quase inteiramente dependente da densidade do fitoplâncton, exceto em concentrações fitoplanctônicas muito altas (O'BRIEN; DE NOYELLES, 1974). Rodríguez e Matsumura-Tundisi (2000) encontraram correlação positiva entre as densidades de *Keratella americana* e clorofila *a* no reservatório Broa, em São Paulo. No presente estudo, as maiores concentrações de clorofila *a* foram observadas na lagoa Porteira, seguida das lagoas Fortaleza e Gentil. Com exceção da lagoa Porteira, onde *K. americana* não ocorreu, as maiores densidades para este táxon foram encontradas nas lagoas Gentil e Fortaleza.

Segundo Andrew e Andrew (2005), a produtividade das espécies de rotíferos depende fundamentalmente da produção primária no plâncton ou seus derivados, inclusive bacterioplâncton, protozoários e detritos. No presente estudo, embora as maiores concentrações de clorofila *a* tenham sido encontradas no inverno, as maiores densidades e riquezas específicas de rotíferos foram observadas no verão. Este fato pode estar relacionado também à variação na composição específica do fitoplâncton. De acordo com Lacroix *et al.* (1989), a variação qualitativa do fitoplâncton influencia a variação sazonal dos rotíferos.

A maior quantidade de sólidos em suspensão na água pode ter influenciado também a maior densidade de rotíferos na coleta de verão pela diminuição do

número de competidores, como grandes cladóceros. Segundo Kirk e Gilbert (1990), a presença de sedimentos em suspensão pode afetar a abundância de rotíferos e cladóceros em ecossistemas aquáticos, favorecendo os rotíferos. Além disso, devido ao seu hábito alimentar seletivo os rotíferos, ao contrário dos cladóceros, podem evitar a ingestão de partículas em suspensão não sofrendo danos detrimenais (KIRK, 1991).

6.3 INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

As variáveis ambientais refletem a qualidade da água no momento da coleta enquanto as características da comunidade de Rotifera estão ligadas também a alterações pretéritas no ecossistema aquático, já que o ciclo de vida de algumas espécies pode durar semanas. No presente trabalho, os valores para as variáveis ambientais, assim como os dados da comunidade de Rotifera, foram obtidos em dois episódios estacionais, um no inverno e outro no verão. Apesar disso, algumas relações das variáveis ambientais com o grupo Rotifera puderam ser percebidas.

No diagrama de ordenação gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), o eixo 1 divide as amostras em dois grupos: as coletas de verão no lado positivo e as amostras de inverno no lado negativo. As variáveis sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, coliformes totais e DQO apresentaram alta correlação positiva com esse eixo enquanto clorofila *a* e sulfatos mostraram-se negativamente correlacionados com esse eixo.

As espécies *Brachionus caudatus*, *Brachionus dolobratius*, *Filinia opoliensis*, *Filinia terminalis*, *Hexarthra* sp., *Euchlanis dilatata*, *Keratella tecta*, *Lecane hornemmani* e *Trichocerca cylindrica* mostraram alta correlação positiva com o eixo 1 enquanto *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata* mostraram alta correlação negativa com o mesmo eixo. Como discutido anteriormente, durante o verão as lagoas recebem maior aporte de poluentes, elevando os valores das variáveis relacionadas à poluição orgânica. Sendo assim, a alta correlação positiva de espécies indicadoras de ambientes eutrofizados com o eixo 1 está relacionada à maior carga de poluentes orgânicos lançados nas lagoas no verão.

A correlação negativa da clorofila *a* com o eixo 1 deve-se à menor quantidade de sólidos em suspensão nas amostras de inverno, o que favorece a produtividade primária do fitoplâncton. A correlação dos sulfatos com as amostras do período mais frio pode estar relacionada à maior incidência de ventos de origem Nordeste no inverno. *Kellicottia longispina*, *Keratella lenzi*, *Keratella serrulata* e *Notholca acuminata* ocorreram apenas no inverno e por isso, mostraram alta correlação negativa com o eixo 1.

A alta correlação das variáveis cloretos, condutividade, dureza, sólidos dissolvidos e sulfatos com o eixo 2 mostra que esse eixo está mais relacionado com a influência da que a proximidade com o mar exerce sobre as lagoas. As lagoas Gentil e Fortaleza correlacionam-se positivamente com esse eixo e são também as duas lagoas mais próximas à desembocadura do rio Tramandaí.

Espécies indicadoras de ambientes eutrofizados, tais como *Brachionus* spp., *Keratella americana*, *Keratella valga*, *Euchlanis dilatata*, *Hexarthra* sp. e *Keratella cochlearis* cf. *irregularis* mostraram-se positivamente correlacionadas com o eixo 2. Isso indica que a posição das lagoas em relação ao eixo não considera apenas a proximidade com o mar, mas também a carga de poluição orgânica.

7 CONCLUSÃO

A composição específica e a abundância de algumas espécies da comunidade de Rotifera apresentou variação sazonal nas lagoas Bacopari, Porteira, Rondinha, Fortaleza e Gentil. A densidade numérica de Rotifera foi consideravelmente maior no verão, com predomínio de espécies indicadoras de ambientes eutrofizados.

Na Análise dos Componentes Principais (PCA), as variáveis indicadoras de poluição orgânica mostraram-se correlacionadas com as amostras de verão, provavelmente em resposta ao maior aporte de poluentes orgânicos nessa época.

O despejo de resíduos orgânicos exerce grande influência na composição específica da comunidade de Rotifera nas lagoas contempladas pelo presente estudo. Através da Análise de Correspondência Canônica (CCA), é possível notar que as espécies *Brachionus caudatus*, *Brachionus dolobratu*s, *Euchlanis dilatata*, *Filinia terminalis*, *Filinia opoliensis*, *Hexarthra* sp., *Keratella cochlearis tecta* e *Trichocerca cylindrica* apresentaram-se correlacionadas com as coletas de verão e, também, com variáveis indicadoras de poluição orgânica.

A proximidade com o mar causa grandes alterações nas características da água da lagoa Gentil, a mais próxima à desembocadura do rio Tramandaí. Essa influência da água do mar justifica a ocorrência de *Brachionus plicatilis* somente nesse corpo hídrico.

A intensificação da pressão antrópica nos municípios onde estão inseridas as lagoas amplia a variação sazonal das características físicas, químicas e biológicas desses corpos d'água.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D. Life history parameters in zooplankton. **American Naturalist**, Chicago, v. 110, p. 165-180. 1976.

ANDREW, T. E.; ANDREW, J. A. M. Seasonality of rotifers and temperature in Lough Neagh, N. Ireland. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 546, p. 451-455, 2005.

APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, D. C. 2005.

ARORA, H. C. Rotifera as indicator of Trophic Nature of Environments. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 27, n. 1-2, p. 146-159, 1966

ARORA, J.; MEHRA, N. K. Seasonal dynamics of rotifers in relation to physical and chemical conditions of the river Yamuna (Delhi), India. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 491, p. 101-109, 2003.

BERZINS, B.; PEJLER, B. Rotifer occurrence and trophic degree. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 182, p. 171-180. 1989a.

_____. Rotifer occurrence in relation to temperature. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 182, p. 171-180. 1989b.

CARDOSO, L. S.; MARQUES, D. M. L. M. Relações do índice de qualidade de água (IQA) com a variação temporal e espacial da comunidade zooplanctônica do Sistema Lagunar de Tramandaí (Litoral Norte do Rio Grande do Sul – RS Brasil). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 123-134, abr./jun. 2006.

CASTRO, B. B. *et al.* Rotifer community structure in three shallow lakes: seasonal fluctuations and explanatory factors. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 543, p. 221-232, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução Conama n° 357**. 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: mar. 2011.

DUGGAN, I. C.; GREEN, J. D.; SHIEL, R. J. Distribution of rotifer assemblages in North Island, New Zealand, lakes: relationships to environmental and historical factors. **Freshwater Biology**, Oxford, Inglaterra, v. 47, p. 195-206, 2002.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 1988. 575 p.

FERRARO, L. W.; HASENACK, H. Clima. *In*: WÜRDIG, N. L.; FREITAS, S. M. F. **Ecosistemas e biodiversidade do Litoral Norte do RS**. Porto Alegre: Nova Prova. 2009. p. 33-55.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978. 213 p.

GÜNTZEL, A. **Estrutura e variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica da lagoa Caconde, Osório, RS**. 1995. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

GÜNTZEL, A.; ROCHA, O. Relações entre a comunidade zooplanctônica e as condições tróficas da lagoa Caconde, Osório, RS, Brasil. **Iheringia: Zoologia**, Porto Alegre, v. 84, p. 65-71, mai. 1998.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T.; P. D. RYAN. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica*, v. 1, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: mar. 2011.

HASENACK, H.; FERRARO, L. W. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, n. 22, p. 53-70, 1989.

HUTCHINSON, G. E. **A treatise on limnology**: Introduction to lake biology and limnoplankton. New York: John Wiley & Sons. 1967. 1115 p. v. 2.

KIRK, K. Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. **Ecology**, Tempe, Arizona, USA, v. 72, n. 3, p. 915-923. 1991.

KIRK, K.; GILBERT, J. J. Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. **Ecology**, Tempe, Arizona, USA, v. 71, n. 5, p. 1741-1755, 1990.

KOSTE, W. **Rotatoria: Die Rädertiere Mitteleuropas ein Bestimmungswerk Begründet von Max Voigt Überordnung Monogononta**. Berlin: Gebrüder Borntraeger. 1978. 234 p. v. 2.

LACROIX *et al.* Factors controlling the planktonic community in the shallow lake of Créteil, France. **Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, Leipzig, v. 74, n. 4, p. 353-370, 1989.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Tradução Cynthia Maria Kyaw. Porto Alegre: Artmed. 2010. 1160 p.

MÄEMETS, A. Rotifers as indicators of lakes types in Estonia. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 104, p. 357-361, 1983.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ômega. 1983. 1010 p.

MARNEFFE, Y.; COMBLIN, S.; THOMÉ, J.P. Ecological water quality assessment of the Bütgenbach lake (Belgium) and its impact on the River Warche using rotifers as bioindicators. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 387/388. p. 459-467. 1998.

MODENUTTI, B. E. Planktonic rotifers of Samborombón river basin (Argentina). **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 387/388, p. 259-265, 1998.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 42 p.

NOGRADY, T.; WALLACE R. L.; SNELL, T. W. Rotifera. V.1: Biology, Ecology and Systematics. *In*: DUMONT, H. J. (ed.) **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. The Netherlands, SPB Academic Publishing, 1993. p. 1-142.

O'BRIEN, J. W.; DE NOYELLES. F. Jr. Relationships between nutrient concentration, phytoplankton density, and zooplankton density in nutrient enriched experimental ponds. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 44, n. 1, p. 105-125, 1974.

ORCUTT, J. D.; PACE, M. L. Seasonal dynamics of rotifer and crustacean zooplankton populations in a eutrophic, monomictic lake with a note on rotifer sampling techniques. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 119, p. 73-80, 1984.

PEDROZO, C. DA S. **Avaliação da qualidade ambiental das lagoas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul com ênfase na comunidade zooplanctônica**. 2000. 241 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2000.

PEDROZO, C. DA S.; ROCHA, O. Environmental quality evaluation of lakes in the Rio Grande do Sul Coastal Plain. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, p. 673-685, July. 2007.

PEDROZO, C. DA S.; ROCHA, O. Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 445-464, 2005.

PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophic and their food., **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 101, p. 111-114, 1983.

POURRIOT, R. Food and feeding habits of Rotifera. **Archive für Hydrobiologie Beihefte Ergebnisse der Limnologie**, Stuttgart, v. 8, p. 243-260, 1977.

RODRÍGUEZ, M. P.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Variation of density, species composition and dominance of rotifers at a shallow tropical reservoir (Broa reservoir, SP, Brazil) in a short scale time. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 1, p. 1-9, Feb. 2000.

RUTTNER-KOLISKO, A. The abundance and distribution of *Filinia terminalis* in various types of lakes as related to temperature, oxygen, and food. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 73, p. 169-175, 1980.

SCHÄFER, A. Ecological characteristics of the coastal lakes in Southern Brazil: a synthesis. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 4, p. 111-122, 1992.

SCHÄFER, A. Tipificação ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p. 29-55, 1988.

SCHMID-ARAYA, J. M. Rotifer communities from some Araucanian lakes of Southern Chile. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 255/256. p. 397-409. 1993

SCHWARZBOLD, A. **Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitas aquáticas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul**. 1982. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1982.

SCHWARZBOLD, A.; SCHÄFER, A. Gênese e Morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul – Brasil. **Amazoniana**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 87-104, Dez. 1984.

SLÁDECEK, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 100, p. 169-201, 1983.

SOUSA *et al.* The response of zooplankton assemblages to variations in the water quality of four man-made lakes in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Plankton Research**, London, v. 30, n. 6, p. 699-708, Feb. 2008.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry**: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural Waters. New York: Wiley-Interscience. 1970. 583 p.

TOMAZELLI, L. J. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 18-26. 1993.

TOMAZELLI, L. J.; VILWOCK, J. A. Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 13-24, 1991.

_____. O Cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. *In*: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 375-406.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA -TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo : Oficina de Textos, 2008. 631 p.

VILWOCK, J. A. e TOMAZELLI, L. J. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, v. 8, p. 1-45, 1995.

WEN, X. *et al.* Comparative analysis of rotifer community structure in five subtropical shallow lakes in East China: role of physical and chemical conditions. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, v. 661, p. 303-316, 2011.

WETZEL, R. G. **Limnology**. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders.1975. 753 p.

WÜRDIG, N. L. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandaí, RGS. **Pesquisas**, Porto Alegre, n. 20, p. 49-74, 1987.