



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

WILMA IZABELLY ANANIAS GOMES

**AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS E DA COMPOSIÇÃO DO HABITAT
SOBRE A FAUNA BENTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

CAMPINA GRANDE-PB

2013

WILMA IZABELLY ANANIAS GOMES

**AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS E DA COMPOSIÇÃO DO HABITAT
SOBRE A FAUNA BENTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento as exigências para obtenção do grau de Licenciado em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Joseline Molozzi

Co-orientadora: Msc. Daniele Jovem da S. Azevêdo

CAMPINA GRANDE-PB

2013

G633a Gomes, Wilma Izabelly Ananias

Avaliação dos fatores ambientais e da composição do habitat sobre a fauna bentônica em reservatórios do semiárido [manuscrito] / Wilma Izabelly Ananias Gomes. - 2013.

45 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2013.

"Orientação: Profa. Dra. Joseline Molozzi, Departamento de Ciências Biológicas".

"Co-Orientação: Profa. Ma. Daniele J. da S. Azevêdo, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Composição do habitat. 2. Macroinvertebrados bentônicos. 3. Ecossistema aquático. I. Título.

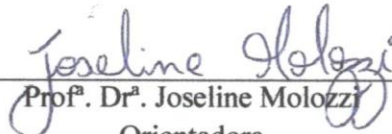
21. ed. CDD 577.6

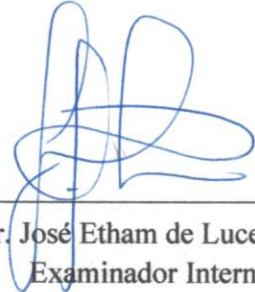
WILMA IZABELLY ANANIAS GOMES


**AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS E DA COMPOSIÇÃO DO
HABITAT SOBRE A FAUNA BENTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO
SEMIÁRIDO**

Aprovado em 19 / 12 / 2013

Comissão examinadora:


Prof. Dr.ª Joseline Molozzi
Orientadora


Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa
Examinador Interno


Msc. Evaldo de Lira Azevêdo
Examinador Externo

*A Deus, que concebeu o dom da vida e que me
sustenta nos momentos de aflições.*

Dedico

Agradecimentos

Aos meus pais Washington Alves Gomes (In memoriam) e Luzia Borges Ananias Gomes que não mediram esforços para me educar, que me transmitiram princípios e valores que levo sempre junto comigo, pelo seu jeito particular de me amar, sou eternamente grata.

A minha linda orientadora Joseline Molozzi, muito obrigada pela oportunidade de trabalhar junto de ti, pela confiança depositada, pelos ensinamentos transmitidos, conselhos partilhados, por essa alegria que contagia a todos que te cercam. E sabe aquela pergunta que você sempre me faz: "Aonde você quer estar daqui a 10 anos?" Hoje posso te responder: quero estar retribuindo e multiplicando todo o apoio que venho recebendo de ti para que outras pessoas possam se sentir grata assim como eu me sinto hoje.

A minha co-orientadora Daniele Jovem, agradeço pela paciência e incentivo, por sempre se dispor a me ajudar nos momentos de dificuldades, obrigada por sua amizade.

Ao meu namorado Fábio Cavalcante que me apóia e me incentiva para seguir a carreira acadêmica. Obrigada por me proporcionar momentos de felicidades e carinho.

A Evaldo Azevêdo por ter partilhado pacientemente seus conhecimentos.

Ao Prof. José Etham por deixar sempre as "portas abertas" de seu laboratório, obrigada pelo apoio para a realização deste trabalho.

A todos do Laboratório de Ecologia de Bentos, em especial a Carlinda que viveu junto comigo o desafio da construção e apresentação dos trabalhos científicos, muito obrigada.

A todos do Laboratório de Ecologia Aquática, em especial a Leandro que partilhou seus conhecimentos sobre lavagem, triagem e identificação dos macroinvertebrados bentônicos. A Shakira, muito abrigada pela ajuda na identificação dos gêneros de Chironomidae. Agradeço também a Janiele pelo incentivo ao mestrado, como também pelos momentos de intensa alegria na viagem a Bonito-MS.

As minhas irmãs Larissa Izabella pelo convívio diário e Wiliane Izabel que mesmo distante sei que torce pelo meu sucesso.

Aos meus sobrinhos Maria Izabel e João Victor que chegaram para trazer alegria a nossa família.

A minhas tias, Mariza, Lourdes e Inez que sempre torceram pelo meu sucesso.

Aos meus queridos primos André, Samira, Luciana, Priscila e Artur, que juntos vivemos momentos inesquecíveis, regados a muitos risos.

A minha turma de ciências Biológicas 2009.2 pelo companheirismo ao longo desses quase 5 anos de convivência. Em especial a Vanessa, Bárbara, Gabriela e Toni que durante esses anos cultivaram o crescimento de nossa amizade, partilhando conselhos e muito riso. Vimos também à chegada de Vinicius, e ainda presenciaremos outros momentos importantes na vida de cada um de nós, afinal a AMIZADE não termina aqui.

A Universidade Estadual da Paraíba pelo supor institucional infraestruturas e formação acadêmica.

Ao PROPEQ pelo financiamento do projeto.

Portanto, muito obrigado pelo apoio de todos vocês.

SUMÁRIO

RELAÇÃO DE FIGURAS	7
RELAÇÃO DE TABELAS	8
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
1.1 Reservatórios e comunidade de macroinvertebrados bentônicos	9
1.2 A Composição do habitat X Variáveis ambientais: fatores direcionadores para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos	10
2 PERGUNTAS	13
3 HIPÓTESE	13
4 OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo Geral	14
4.2 Objetivos Específicos	14
MANUSCRITO: Variáveis ambientais ou da composição do habitat: quais tem maior influencia no direcionamento da fauna bentônica em reservatórios do semiárido?	15
Resumo	16
Abstract	16
Introdução	17
Materiais e métodos	19
Área de estudo	19
Períodos de amostragem e pontos de coleta	19
Variáveis ambientais	20
Variáveis da Composição do habitat	20
Comunidade de macroinvertebrados bentônicos	21
Análise de dados	21
Resultados	22
Variáveis ambientais	22
Composição do habitat	22
Comunidade de macroinvertebrados bentônicos	23
Discussão	24
Referências	28
Referências da introdução geral	33
Anexo	42

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos pontos de amostragens nos reservatórios Poções e Camalaú situados no alto curso da Bacia do Rio Paraíba, Paraíba/ Brasil. Em verde os pontos distribuídos nas regiões limnética; vermelho os pontos distribuídos nas regiões litorânea37

Figura 2: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição da abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil em relação as variáveis preditoras. Onde: Prof= profundidade; Clo-a= clorofila-a; pH= potencial hidrogeniônico; B. *Chara* sp= biomassa de *Chara* sp 40

Figura 3: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição da riqueza da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil, em relação as variáveis preditoras. Onde: Clo-a= clorofila-a; °C= temperatura; Prof.= profundidade; Sal.= salinidade; orp= Potencial oxi-redox; NO₃⁻= nitrato; A.fina= areia fina; B. *Egeria densa*= biomassa de *Egeria densa*41

Figura 4: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição das biomassa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil, em relação as variáveis preditoras. Onde: Prof= profundidade, Ph= potencial hidrogeniônico, A. fina= areia fina, Clo-a= clorofila-a42

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil. Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2010).....37

Tabela 1: Variáveis ambientais e da composição do habitat (média e desvio padrão) mensuradas nos meses de Abril (maior volume hídrico) e Junho (menor volume hídrico) do ano de 2012 nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil38

Tabela 2: Lista de táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos entre as regiões (litorânea e limnética) e períodos de amostragem (maior e menor volume dos reservatórios). Valores de abundância (nº de indivíduos), biomassa (mg/m^{-2}) e riqueza (nº de espécies), coletados nos reservatórios Poções e Camalaú, alto curso da Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil29

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Reservatórios e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos

Os rios e suas bacias hidrográficas estão vulneráveis aos mais diversos impactos antropogênicos decorrentes de múltiplas causas: elevada taxa de crescimento populacional associada à expansão industrial, lançamento de efluentes não tratados nos corpos aquáticos, práticas agrícolas, desmatamento da vegetação ripária, introdução de espécies exóticas, construção de hidroelétricas e construção de reservatórios (BUSS *et al.*, 2003; CALLISTO and MORENO, 2005; TUNDISI, 2008).

Uma das mais antigas e principais formas de intervenção humana nos ecossistemas aquáticos naturais é a construção de reservatórios, através do barramento do fluxo natural em um rio (PASCHOAL, 2012; FANNY *et al.*, 2013). Esses ecossistemas aquáticos artificiais são complexos e dinâmicos, frequentemente construídos para múltiplos usos (TUNDISI and MATSUMURA-TUNDISI, 2003; BRAVO *et al.*, 2005).

Nas regiões semiáridas do território brasileiro é frequente a construção de reservatórios, devido à irregularidade na distribuição das chuvas e altos índices de evaporação nesta região (CIRILO, 2008). Dessa forma, os reservatórios compõem uma das principais fontes de armazenamento de água, permitindo o provimento de necessidades da população humana, além do desenvolvimento de atividades de irrigação, piscicultura e lazer (CHELLAPA *et al.*, 2009).

Os usos múltiplos desses corpos hídricos favorecem a eutrofização artificial e salinização, afetando a dinâmica natural das comunidades biológicas, com consequente perda da biodiversidade e alterações no funcionamento dos ecossistemas (PRADO, 2007; PEREIRA, 2011).

Com isso, a qualidade e disponibilidade da água têm sido um tema amplamente discutido e ferramentas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos continentais têm sido desenvolvidas e aplicadas, a fim de promover medidas de monitoramento desses recursos hídrico (BUSS *et al.*, 2003).

Frequentemente as comunidades biológicas têm sido bastante utilizadas como ferramentas para avaliação das consequências da influencia humana sobre os ecossistemas aquáticos continentais, entre elas a de macroinvertebrados bentônicos. A comunidade de macroinvertebrados é composta por organismos que vivem no sedimento durante todo o seu ciclo de vida ou parte dele, associados a substratos orgânicos ou inorgânicos (MORETTI, 2005). É considerado um grupo de grande importância ecológica, pois atuam como

decompositores da matéria orgânica, reduzindo o tamanho das partículas e participam da transferência do fluxo de energia no sistema, sendo elo entre os produtores e consumidores na cadeia alimentar (BEZERRA *et al.*, 2009; CALLISTO and ESTEVES, 2010).

Em ecossistemas lênticos as comunidades de macroinvertebrados podem ser representadas por organismo dos mais variados filos: Arthropoda (insetos e crustáceos), Mollusca (gastropodes e bivalves), Annelida (oligoquetos), Nematoda e Platyhelminthes, com destaque para os insetos que apresentam maior diversidade e abundância (CALLISTO *et al.*, 2001; BARBOLA *et al.*, 2011).

Os macroinvertebrados bentônicos são excelentes indicadores da qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos, pois apresentam características como: (i) ciclo de vida relativamente longo; (ii) organismos grandes, sésseis e de pouca mobilidade e (iii) serem sensíveis a diferentes concentrações de poluentes, fornecendo respostas a diferentes níveis de contaminação ambiental (CALLISTO *et al.*, 2001; BAPTISTA, 2008).

Com base neste conjunto de características, os atributos estruturais da comunidade formam uma ferramenta potencial para avaliação da integridade ecológica dos ecossistemas (BARBOUR *et al.*, 1996). A abundância é utilizada no contexto do estado trófico, considerando o número de indivíduos observados (TASEVSKA *et al.*, 2012); a riqueza, considera o número de táxons presentes no locais, permitindo elencar áreas prioritárias para a conservação (GRAÇA *et al.*, 2004); a biomassa reflete a matéria orgânica e a energia disponível no sistema (MOREYRA *et al.*, 2007).

Nesse sentido, o entendimento sobre a distribuição dos aspectos estruturais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (abundância, riqueza e biomassa) e os fatores que influenciam no direcionamento destes, auxilia no desenvolvimento de modelos de avaliação da qualidade ecológica desses corpos hídricos, sobretudo para os que estão inseridos em regiões áridas e semiáridas

1.2 Composição do habitat X Variáveis ambientais: fatores direcionadores para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos há muito tem sido relacionada com os aspectos da composição do habitat e variáveis ambientais, como sendo fatores que atuam na distribuição e determinação dos atributos estruturais da comunidade. A distribuição dos organismos aquáticos é o resultado de interações entre o comportamento da espécie, as

condições físicas que caracterizam o habitat, a disponibilidade de alimentos (MERRITT and CUMMINS, 1984; KIKUCHI *et al.*, 2005).

O sedimento ou região bentônica dos ecossistemas aquáticos é o local onde os macroinvertebrados bentônicos habitam, podendo estar na superfície ou inseridos no sedimento (ESTEVES, 1998). Em ecossistemas aquáticos continentais o sedimento é composto por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos, de origem autóctone e alóctone (FRANÇA *et al.*, 2007). As macrófitas, os galhos e folhas submersas são exemplos de habitat orgânicos, enquanto habitat inorgânico são constituídos por pedras, cascalho, areia e silte (CALLISTO and ESTEVES, 1996).

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados está diretamente relacionada à composição do habitat, considerando que esses organismos apresentam preferência por tipo de substrato e que, portanto, o tipo de substrato está associado à composição e abundância da comunidade biológica (BUSS *et al.*, 2004). A composição granulométrica do sedimento é um importante fator na distribuição e abundância da comunidade macroinvertebrados bentônico em rios, lagos e reservatórios (MINSHALL, 1984; MOLOZZI *et al.*, 2011). Alguns experimentos relacionam a estabilidade do substrato e a presença de detritos orgânicos ao aumento da riqueza da comunidade (CARVALHO and UIEDA, 2004).

Sedimentos finos são compostos por partículas instáveis como areia/silte e geralmente apresentam uma baixa riqueza de táxons (FENOGLIO and CUCCO, 2004; KIKUCHI and UIEDA, 2005). Enquanto sedimentos heterogêneos são compostos por partículas de diversos tamanhos e podem abrigar um maior número de espécies que sedimentos homogêneos (CARVALHO and UIEDA, 2004). O espaço intersticial entre as partículas dos sedimentos e a área de superfície, são também considerados fatores reguladores da estrutura da comunidade (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Outro fator relacionado à composição do habitat é a presença de macrófitas aquáticas, estas são utilizadas como substrato por várias espécies de invertebrados (FONTANARROSA *et al.*, 2013). A ocorrência de macrófitas aquáticas em regiões litorânea dos reservatórios proporciona maior disponibilidade de micro habitats e nichos eficazes que permitem a coexistência de várias espécies, diminuindo a partilha de recursos e a competição (HUMPHRIES *et al.*, 2011) e dessa forma, regiões litorâneas de lagos e reservatórios comumente apresentam maior riqueza de macroinvertebrados que regiões mais profundas (KELLY and HAWES, 2005). Além disso, áreas com bancos de vegetação submersa apresentam maior complexidade física e são reconhecidas como áreas de manutenção da biodiversidade (KOSTYLEV *et al.*, 2005).

Embora a composição do habitat seja um fator importante para a composição da comunidade bentônica este não atua como fator isolado, mas aliado a processos físicos, químicos e biológicos, entre os quais podemos citar: concentração de oxigênio, variações de pH e temperatura, ocorrência de predação, disponibilidade de alimento (PEETERS *et al.*, 2004; TOKESHI and ARAKAKI, 2012). A profundidade é considerada um fator chave para a distribuição dos organismos (PAMPLIN and ROCHA, 2007; FULAN *et al.*, 2009).

Apesar do conhecimento sobre a influência dos fatores relacionados à composição do habitat e variáveis ambientais para a determinação do direcionamento dos atributos estruturais da comunidade, não há avaliação desses fatores em conjunto. Por isso, o entendimento a cerca das variáveis que atuam com maior força para o direcionamento da comunidade de macroinvertebrados, contribuirá para elaboração e otimização de programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas artificiais, em especial os inseridos em regiões em regiões áridas e semiáridas no qual permitirá a proposição de medidas de gestão e conservação desses ecossistemas.

2 PERGUNTAS

- Dentre as variáveis ambientais e da composição do habitat, qual exibe maior influência no direcionamento dos atributos estruturais da comunidade de maroinvertebrados bentônicos?
- Estas variáveis direcionadoras atuam da mesma forma entre as regiões litorânea e limnética?

3 HIPÓTESES

As variáveis ambientais exibirão maior força no direcionamento da abundância e biomassa, tendo em vista que estes atributos sofrem forte influência de variáveis físicas e químicas da água. Enquanto que as variáveis da composição do habitat atuaram com maior força para o direcionamento da riqueza na região litorânea, visto que nesta região devido à maior disponibilidade de habitats há abrigo para um maior número de espécies.

4 OBJETIVOS

Identificar as variáveis ambientais e da composição do habitat que direcionam a comunidade de macroinvertebrados, relacionando os atributos estruturais (abundância, riqueza e biomassa) com as regiões litorânea e limnética de reservatórios do semiárido.

4.1 Objetivos Específicos

- Elencar variáveis ambientais e de composição do habitat preditoras no direcionamento da abundância, riqueza e biomassa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos;
- Analisar a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética;
- Verificar se ocorrem diferenças na estrutura da comunidade entre períodos de maior e menor volume hídrico.

Environmental variables or composition of the habitat: which exhibit greater strength in the direction of the benthic fauna in the semiarid reservoirs?

Variáveis ambientais ou da composição do habitat: quais exibem maior influência no direcionamento da fauna bentônica em reservatórios do semiárido?

Wilma Izabelly Ananias Gomes¹, Daniele Jovem da Silva Azevedo², Joseline Molozzi³

¹Graduação em Ciência Biológicas - Universidade Estadual da Paraíba-UEPB. e-mail: wilmaizabelly@hotmail.com

²Pós-Graduação em Ecologia e Conservação - Universidade Estadual da Paraíba-UEPB. e-mail: danielle.jazevedo@gmail.com

³ Departamento de Biologia - Universidade Estadual da Paraíba/Campus I, Baraúnas, 351, Bairro Universitário, 58429-500, Campina Grande- PB; e-mail: jmolozzi@gmail.com



* Este manuscrito será submetido à revista Acta Limnologica Brasiliensia

Resumo

O objetivo do estudo é identificar qual fator direcionador dos atributos estruturais (abundância, riqueza e biomassa) da comunidade de macroinvertebrados entre as regiões litorânea e limnética. As coletas foram realizadas em oito pontos distribuídos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, inseridos na bacia do Rio Paraíba, durante os meses de abril e junho de 2012. O material para análise da comunidade bentônica foi coletado com draga tipo Ekman-Birge, identificado em nível de família exceto para as larvas de Chironomidae identificadas em nível de gênero e posteriormente estimada a biomassa dos indivíduos. Dentre as variáveis ambientais foram avaliadas: concentrações de nutrientes e transparência da água e para composição do habitat: composição granulométrica, teores de matéria orgânica do sedimento e biomassa de macrófitas aquáticas. Durante o período de estudo foi verificada variações nos parâmetros ambientais entre as regiões com maiores concentrações de clorofila-*a* (128,23µm/L) e fósforo total (273,27 µm/L) na região limnética e nitrogênio total (1585,53 µm/L) para a região litorânea. *Melanoides tuberculatus* foi táxon mais abundante e com maior biomassa na região litorânea, enquanto a maior riqueza (11 táxons) ocorreu na região que apresentou macrófitas aquáticas. A biomassa de macrofitas foi preditora para a distribuição da abundância e riqueza, enquanto areia fina foi preditora para a distribuição da biomassa. A composição do habitat atuou com grande influencia no direcionamento dos atributos estruturais da comunidade. Estudos futuros são sugeridos em outros trechos da Bacia do Rio Paraíba de modo a contribuir com informações para implementação e otimização de programas de biomonitoramento para ecossistemas aquáticos continentais inseridos em regiões áridas e semiáridas do nordeste brasileiro.

Palavras-chave: composição do habitat, macroinvertebrados bentônicos, atributos estruturais, parâmetros ambientais.

Abstract

The objective of the study is to establish the environmental and habitat composition that direct structural attributes (abundance, richness and biomass) of macroinvertebrate community between the coastal regions and limnetic variables. The sampling was performed at eight points distributed in littoral and limnetic areas of reservoirs and Potions Camalaú, inserted in the Paraíba Basin, during the months of April and June 2012. The material for analysis was collected with benthic Ekman - Birge dredge type, identified at the family level except for chironomid larvae identified at genus level and subsequently estimated the biomass of

individuals. Among the environmental variables were assessed: concentrations of nutrients and water transparency and habitat composition: particle size distribution, organic matter content of the sediment and biomass of aquatic macrophytes. During the study period was found variations in environmental parameters between regions with higher concentrations of chlorophyll-a (128.23 $\mu\text{m} / \text{L}$) and total phosphorus (273.27 $\mu\text{m} / \text{L}$) in the limnetic region and total nitrogen (1585.53 $\mu\text{m} / \text{L}$) in the coastal region. *Melanoides tuberculatus* taxon was most abundant and most biomass in the coastal region, while the richest (11 taxa) occurred in the region with macrophytes. The biomass of macrophytes was a predictor of species abundance and richness, while the fine sand was a predictor for the distribution of biomass. The composition of the habitat acted with great influence in directing the structural attributes of the community. Future studies are suggested in other sections of the Paraíba River Basin in order to contribute information to implementing and optimizing inserted biomonitoring programs for freshwater ecosystems in arid and semi-arid regions of northeastern Brazil.

Keywords: composition of habitat, benthic macroinvertebrates, structural attributes, environmental parameters.

INTRODUÇÃO

Uma das mais antigas e principais formas de intervenção humana nos ecossistemas aquáticos naturais é a construção de reservatórios, através do barramento do fluxo natural em um rio (Paschoal, 2012; Fanny et al., 2013). Esses ecossistemas aquáticos artificiais são complexos e dinâmicos, frequentemente construídos com a finalidade de represar água para múltiplos usos (Tundisi and Matsumura-Tundisi, 2003; Bravo et al., 2005).

Nas regiões semiáridas do território brasileiro é comum a construção de reservatórios, devido à irregularidade na distribuição das chuvas e altos índices de evaporação nesta região (Cirilo, 2008). Dessa forma, os reservatórios compõem uma das principais fontes de armazenamento de água, permitindo o provimento de necessidades da população humana, além do desenvolvimento de atividades de irrigação, piscicultura e lazer (Chellapa et al., 2009).

Os usos múltiplos desses corpos hídricos favorecem a eutrofização artificial e salinização, afetando a dinâmica natural das comunidades biológicas (Prado, 2007; Pereira, 2011). Frequentemente comunidades biológicas como a de macroinvertebrados bentônicos, têm sido utilizadas como ferramentas para avaliação das ações antrópicas sobre os

ecossistemas aquáticos continentais. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos se destaca na importância quando se considera os processos ecológicos deste sistema, porque atuam como decompositores da matéria orgânica, participam da transferência do fluxo de energia no sistema, são elo entre os produtores e consumidores na cadeia alimentar (Bezerra et al., 2009; Callisto and Esteves, 2010).

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados tem sido utilizada para avaliação da ecológica em ecossistemas aquáticos continentais, considerando: i) a abundância, utilizada no contexto do estado trófico, estando relacionando ao número de indivíduos observados (Tasevska et al., 2012); ii) riqueza, considerando o número de táxons presentes nas amostras, permitindo elencar áreas prioritárias para a conservação (Graça et al., 2004) e iii) a biomassa refletindo a matéria orgânica e a energia disponível no sistema (Molozzi et al., 2013).

Estudos têm demonstrado que a estrutura da comunidade de macroinvertebrados está diretamente relacionada à composição do habitat, sendo a composição granulométrica do sedimento um dos fatores responsáveis pela estrutura e distribuição dos macroinvertebrados bentônicos em ecossistemas aquáticos continentais (Callisto and Esteves, 1996). Sedimentos heterogêneos composto por partículas de diversos tamanhos, podem abrigar um maior número de espécies que sedimentos homogêneos (Carvalho and Uieda, 2004).

As macrófitas aquáticas presentes em regiões litorâneas também são utilizadas como substrato pela fauna bentônica, sendo capaz de sustentar uma maior riqueza de espécies, pois oferecem maior disponibilidade de micro habitats e nichos eficazes, diminuindo a partilha de recursos e a competição (Humphries et al., 2011; Fontanarrosa et al., 2013). Áreas com maior complexidade física são reconhecidas como áreas de manutenção da biodiversidade (Kostylev et al., 2005).

Os fatores físicos e químicos também influenciam a estrutura da comunidade, entre eles: concentração de oxigênio, variações de pH e temperatura, além da profundidade que é considerada um fator chave para a distribuição dos macroinvertebrados (Pamplin and Rocha, 2007; Tokeshi and Arakaki, 2012).

De acordo com Buss, (2003) a avaliação em conjunto de aspectos biológicos da comunidade associado a fatores da composição do habitat e a variáveis físicas e químicas da água, permite uma avaliação integrada da qualidade ecológica dos ecossistemas. Apesar da importância do entendimento sobre as variáveis ambientais e da composição do habitat na distribuição da comunidade bentônica, estudos que avaliam essas variáveis em conjunto com intuito de elencar as preditoras no direcionamento de atributos estruturais são escassos. A

utilização de variáveis que atuam com maior influencia na comunidade bentônica, otimizam o processo de avaliação dos ecossistemas em programas de biomonitoramento.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar as variáveis ambientais e da composição do habitat que direcionam a comunidade de macroinvertebrados, relacionando os atributos estruturais (abundância, riqueza e biomassa) com as regiões litorânea e limnética de reservatórios do semiárido. Assim, buscou-se responder as seguintes perguntas: Dentre as variáveis ambientais e da composição do habitat, qual exibe maior força no direcionamento dos atributos estruturais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos? Estas variáveis direcionadoras atuam da mesma forma entre as regiões litorânea e limnética? Para respondê-las, sugerimos a seguinte hipótese: as variáveis da composição do habitat atuarão com maior força para o direcionamento da riqueza na região litorânea, visto que nesta região há maior disponibilidade de habitats e abrigo para um maior número de espécies. Enquanto que as variáveis ambientais exibirão maior força no direcionamento da abundância e biomassa, tendo em vista que estes atributos sofrem forte influência de variáveis físicas e químicas da água.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, ambos inseridos no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (Tabela 1). O eixo leste desta bacia está incluído no Projeto de Integração do Rio São Francisco, sendo o reservatório Poções componente receptor do canal da transposição. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger o clima predominante na região é o semiárido quente com estação seca atingindo um período que compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias em torno de 400 mm ao ano. A temperatura atinge mínima de 18 a 22°C entre julho e agosto, e máximas de 28 a 31°C entre novembro e dezembro (AESAs, 2012).

Períodos de amostragem e pontos de coleta

As coletas foram realizadas nos meses de Abril (maior volume hídrico) e Junho (menor volume hídrico) do ano de 2012. No mês de abril o reservatório Camalaú apresentava 23.894.517m³ de água, correspondendo 49,7% de sua capacidade máxima e o reservatório de

Poções apresentava $12.657.210\text{m}^3$ de água, correspondendo a 42,4% de sua capacidade máxima. No mês de junho o reservatório Camalaú registrou $22.123.615\text{m}^3$ de água equivalendo a 46% da capacidade máxima e o reservatório Poções apresentava $11.092.275\text{m}^3$ correspondendo 37,2% de sua capacidade máxima (AESAs, 2012).

Foram amostrados 8 pontos de coleta, em duas estações: estação próxima a entrada do principal tributário (Rio Paraíba) e estação da barragem do reservatório (Figura 1).

Variáveis ambientais

Em cada um dos locais de amostragens foram mensuradas variáveis físicas e químicas, como: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg/L), percentual de saturação do oxigênio, % de sólidos totais dissolvidos (g/L) e salinidade (ppm), utilizando multi-analisador (Horiba/ U-50). A transparência da água foi avaliada por meio do disco de Secchi. Para determinação das concentrações de nutrientes amostras de água foram coletadas na sub-superfície com garrafa de Van Dorn e em laboratório realizadas análises de fósforo total (PT $\mu\text{g}/\text{L}$); fósforo solúvel reativo (PO_4^- $\mu\text{g}/\text{L}$); nitrogênio total (NT $\mu\text{g}/\text{L}$); íon amônio (N-NH_3^- $\mu\text{g}/\text{L}$) nitrato (N-NO_3^- $\mu\text{g}/\text{L}$) e nitrito (N-NO_2^- $\mu\text{g}/\text{L}$), de acordo com “Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater” (APHA, 1992). A concentração da clorofila-*a* (Chlo-*a* $\mu\text{g}/\text{L}$) foi determinada através da extração do pigmento em acetona 90% (Lorenzen, 1967).

Variáveis da composição do habitat

Amostras de sedimento foram coletadas com draga Ekman-Birge (área 225cm^2) e teores de matéria orgânica determinados utilizando o método de gravimetria. A composição granulométrica foi avaliada seguindo a metodologia de Suguio (1973) modificada por Callisto and Esteves (1996), sendo as partículas classificadas nas categorias de cascalho (2 - 64mm); areia grossa (1 - 0,50mm); areia média (0,250 - 1mm); areia fina (0,250 - 0,062mm); silte/argila (<0,062mm).

Nos pontos de coleta em que houve presença do banco de macrófitas submersas, amostras foram coletadas com gancho coletor ($0,62\text{m}^2$) e fixadas com formol a 10% (Medina-gómez and Herrera-Silveira, 2006). Após a identificação, os exemplares foram colocados em estufa a 105°C para obtenção da fitomassa seca e a estimativa da biomassa foi realizada segundo a metodologia descrita por Blindow et al. (2006).

Comunidade de macroinvertebrados bentônicos

A coleta da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada com draga Ekman-Birge (área 225cm²) e o material fixado em campo com formol a 4%. Os organismos foram identificados utilizando chaves de identificação especializadas (Peterson 1960; Boffi, 1979; Merritt and Cummins, 1996; Carvalho and Calil, 2000; Epler, 2001; Fernández and Domínguez, 2001). A identificação foi realizada em nível de família, exceto as larvas de Chironomidae identificadas até gênero (Trivinho-Strixino, 2011). Após a identificação foi estimada a biomassa dos indivíduos, que foram secos em estufa a 60°C durante 72h e pesado em balança de precisão. Os indivíduos do Filo Mollusca após a secagem em estufa foram queimados em forno mufla a 450°C durante 4h para estimativa do peso de cinzas.

Análises de dados

Para detectar variações nos padrões de distribuição da abundância, riqueza e biomassa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos entre as regiões e períodos amostrais foi realizada análise de significância “Permutacional Multivariável” (PERMANOVA) (Anderson et al., 2008). Dois fatores foram selecionados: região (dois níveis: litorânea e limnética); período amostral (dois níveis: maior volume hídrico e menor volume hídrico). A PERMANOVA também foi utilizada para verificar se houve diferenças significativas das variáveis ambientais e da composição do habitat entre a região litorânea e limnética e entre os períodos de maior e menor volume hídrico. Foram selecionados testes com 999 permutações e nível de significância em $\alpha \leq 0,05$ (Anderson et al., 2008). Os dados ambientais foram previamente transformados em \log_{x+1} , os dados de abundância e biomassa em raiz quadrada e para os dados de riqueza foi utilizado o critério de ausência e presença de táxons. Como medida de similaridade “Bray Curtis” foi utilizada para os aspectos da abundância e biomassa e “Simple matching” para a riqueza.

Para avaliar a distribuição da abundância, riqueza e biomassa da comunidade de macroinvertebrados e selecionar as variáveis preditoras que atuaram na distribuição dos aspectos estruturais da comunidade entre as regiões litorânea e limnética, foi realizada a “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA), (Legendre and Anderson 1999). Esta análise de ordenação, considera apenas os valores significativos que são representados por vetores

onde o comprimento e a direção de cada vetor, indica a força e a relação entre cada variável e os eixos da dbRDA.

Todas as análises foram realizadas usando o software PRIMER + PERMANOVA, 2006 (Anderson, 2001; Anderson et al. 2008).

Resultados

Variáveis ambientais

As regiões litorânea e limnética dos reservatórios apresentaram pouca variação nos níveis de profundidade quando relacionadas aos períodos de volume hídrico. Os valores médios de pH indicam a condição básica das águas, onde o maior valor ocorreu na região litorânea ($9,47 \pm 0,32$) e período de menor volume hídrico, enquanto o menor valor ocorreu para a região limnética ($8,29 \pm 0,26$) e no período de maior volume hídrico. A temperatura média das águas também apresentou pouca variação, com maior valor na região litorânea ($27,13^{\circ}\text{C} \pm 1,35$), durante o período de maior volume hídrico e menor valor na região litorânea ($25^{\circ}\text{C} \pm 1,11$), durante o período de menor volume hídrico. As concentrações de clorofila-*a* e fósforo total apresentaram variação na região limnética e período de maior volume hídrico, com maiores médias ($128,23\mu\text{m/L} \pm 19,86$ e $273,27 \mu\text{m/L} \pm 2,66$) respectivamente e menores médias ($7,17\mu\text{m/L} \pm 2,81$ e $33,83\mu\text{m/L} \pm 33,83$), respectivamente. A maior concentração de nitrogênio total ocorreu na região litorânea ($1585,53 \mu\text{m/L} \pm 190,51$) durante o período de maior volume hídrico, enquanto a menor concentração ocorreu na região limnética ($531,17 \mu\text{m/L} \pm 46,27$) e período de maior volume (Tabela 2).

Ao longo dos períodos de amostragem foram verificadas variações nos parâmetros ambientais entre as regiões de amostragem (litorânea e limnética). Diferenças significativas foram observadas para as variáveis ambientais PERMANOVA entre as regiões (Pseudo- $F_{1,31} = 8,8022$; $p = 0,001$) e períodos amostrais (Pseudo- $F_{1,31} = 3,4642$; $p = 0,003$).

Composição do habitat

Na região litorânea, cascalho foi a categoria granulométrica com maior representatividade (20,5%), seguido por areia média (20,2%) e silte/argila (20,1%). Na região limnética o cascalho (22,2%) também foi a categoria com maior representatividade, seguido por silte/argila (21,3%) e areia média (19,6%) (Tabela 2). Diferenças significativas foram

observadas PERMANOVA entre as regiões (Pseudo- $F_{1,31} = 3,24$; $p = 0,03$) entretanto o mesmo não foi verificado entre os períodos amostrais (Pseudo- $F_{1,31} = 2,08$; $p = 0,11$).

Os maiores valores de matéria orgânica do sedimento ocorreram nos pontos com presença de vegetação aquática submersas, os quais variaram de 0,30 a 0,42 %PS/m⁻² (Tabela 2).

No que se refere aos pontos que apresentaram macrófitas aquáticas submersas, a maior média de biomassa de macrófitas foi da espécie *Egeria densa* (21,51gC/m⁻²) que contribuiu com 62% da biomassa total no período de maior volume hídrico, enquanto no período de menor volume hídrico a espécie *Chara* sp 15,64gC/m⁻² representou maior biomassa com 56% de representatividade (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas para a biomassa de macrófitas entre os períodos amostrais com PERMANOVA (Pseudo- $F_{1,7} = 0,20065$; $p = 0,746$).

Comunidade de Macroinvertebrados bentônicos

Durante o período de estudo foram identificados 6.442 indivíduos, classificados em 20 táxons e distribuídos entre as regiões litorâneas e limnéticas dos reservatórios (Tabela 3). Os organismos mais abundantes na região litorânea foram *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) (2.965 indivíduos), Oligochaeta (535 indivíduos) e Planorbidae (141 indivíduos) durante o período de menor volume hídrico. Enquanto a espécie com maior representatividade na região limnética foi *Chaoborus* (Lichtenstein, 1980) (349 indivíduos) no período de maior volume hídrico, Polymitarcyidae (87 indivíduos) e Oligochaeta (52 indivíduos) no período de menor volume hídrico. Houve diferenças significativas para a abundância entre as regiões (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 7,2445$; $p = 0,001$) entretanto o mesmo não ocorreu para períodos amostrais (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 1,3405$; $p = 0,207$).

Avaliando a distribuição da abundância da comunidade em função das variáveis ambientais e da composição do habitat, foi possível observar segregação dos dados entre as regiões litorânea e limnética. A análise “Distance-based redundancy analysis” (dbRDA) mostra vetores de correlação com força de explicabilidade ($\delta_1 = 52,1\%$ e $\delta_2 = 26,0\%$). As variáveis que atuaram positivamente com maior força de correlação para a determinação da abundância nas regiões litorânea e limnética foi a biomassa de *Chara* sp (0,58) e negativamente clorofila-a (-0,23) e profundidade (-11,90) (Figura 2).

Considerando a riqueza de táxons foi possível observar que os maiores valores ocorreram nos pontos com presença de macrófitas aquáticas submersas (11 táxons) e período

de maior volume hídrico, os táxons presentes foram: Planorbidae, *Melanoides tuberculatus*, Oligochaeta, Palaemonidae, Baetidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Mesoveliidae, *Coelotanypus* (Kieffer, 1913), *Parachironomus* (Lenz, 1921), *Tanytarsus* (Van der Wulp, 1984) (Tabela 3). Houve diferenças significativas para a riqueza entre as regiões (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 7,0236$; $p = 0,001$), entretanto o mesmo não ocorreu para períodos amostrais (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 1,5639$; $p = 0,175$).

Avaliando a distribuição da riqueza da comunidade em função das variáveis ambientais e da composição do habitat, foi possível observar segregação dos dados entre as regiões litorânea e limnética. A análise “Distance-based redundancy analysis” (dbRDA) mostra vetores de correlação com força de explicabilidade ($\delta_1 = 44,7\%$ e $\delta_2 = 29,6\%$). As variáveis que atuaram com maior força para a determinação da riqueza na região litorânea foram: positivamente biomassa de *Egeria densa* (0,18) e negativamente clorofila-a (-0,15) e areia fina (-23,24) para região litorânea, e profundidade (2,19) atuando positivamente e temperatura (-2,66) negativamente na região limnética.

Com relação à biomassa dos organismos amostrados, os maiores valores ocorreram na região litorânea, durante o período de menor volume hídrico, sendo a espécie *Melanoides tuberculatus* ($33,98 \text{ g.m}^{-2}$) a que contribuiu com maior biomassa, seguido por Oligochaeta ($0,33 \text{ g.m}^{-2}$). Na região limnética, Oligochaeta ($1,25 \text{ g.m}^{-2}$) foi o táxon com maior biomassa, seguido por Polymitarcyidae ($0,77 \text{ g.m}^{-2}$), ambos no período de menor volume hídrico (Tabela 3). Houve diferenças significativas para a biomassa entre as regiões (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 7,894$; $p = 0,001$), entretanto o mesmo não ocorreu para períodos amostrais (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,29} = 0,63096$; $p = 0,754$).

Avaliando a distribuição da biomassa da comunidade em função das variáveis ambientais e da composição do habitat, foi possível observar segregação dos dados entre as regiões litorânea e limnética. A análise “Distance-based redundancy analysis” (dbRDA) mostra vetores de correlação com força de explicabilidade ($\delta_1 = 48,4\%$ e $\delta_2 = 30,5\%$). As variáveis que atuaram com maior força de correlação para a determinação da biomassa nas regiões litorânea e limnética foram: positivamente clorofila-a (0,29) e areia fina (61,50) e negativamente profundidade (-11,33).

Discussão

O conjunto de dados obtidos durante o período de estudo, revelou diferenças na distribuição da abundância, riqueza e biomassa da comunidade de macroinvertebrados entre

as regiões litorânea e limnética, assim como para os fatores direcionadores para esses atributos. O conjunto de dados mostra que as regiões mais rasas abrigaram uma comunidade de macroinvertebrados variada e abundante quando comparada a regiões mais profundas, assim como o observado por Pamplin et al. (2007).

Os pontos que apresentaram macrófitas aquáticas submersas foram aqueles que abrigaram maior riqueza da comunidade. Esta relação positiva entre a riqueza de macroinvertebrados e a presença de macrófitas aquáticas já é observada em outros estudos (Kostylev et al. 2005; Gomes et al. 2012). A ocorrência da vegetação aquática submersa em lagos e reservatórios também é considerada um importante fator que pode influenciar a abundância de macroinvertebrados nos sistemas aquáticos (Albertoni et al. 2007). Em nosso estudo, a biomassa de *Chara* sp foi selecionada como preditora para o direcionamento da abundância e a biomassa de *Egeria densa* para o direcionamento da riqueza entre as regiões litorânea e limnética. A ocorrência de macrófitas aquáticas no ambiente proporciona uma maior disponibilidade de habitats, refúgio, berçário para reprodução e nichos eficazes (Barbola et al., 2011; Lopes et al. 2011). O conjunto desses fatores permite a coexistência de várias espécies numa mesma área (Burlakova et al. 2012). Ninfas de Odonata e larvas de Dípteras da família Chironomidae, geralmente compõem a maior parcela da comunidade que vive associada às macrófitas aquáticas submersas (Peiró and Alves, 2006), corroborando assim com os nossos resultados, onde a biomassa de *Egeria densa* atuou positivamente no direcionamento da riqueza e permitiu a coexistência de vários táxons entre eles *Polymitarcyidae*, *Ablabesmyia*, *Fissimentum*, *Parachironomus* e *Tanytarsus*.

No presente estudo, a profundidade foi uma variável que atuou de forma diferente no direcionamento da riqueza, quando comparado a abundância da comunidade. Esta variável é considerada fator chave para a distribuição dos organismos bentônicos, pois interfere diretamente em outros fatores ambientais, como a iluminação da coluna d'água, a temperatura da água, bem como a disponibilidade de oxigênio dissolvido, os quais diminuem gradativamente com o aumento da profundidade (Pamplin and Rocha, 2007).

A profundidade exerceu relação positiva para o direcionamento da riqueza na região limnética. O baixo volume dos reservatórios durante o período de estudo, refletiu em uma baixa profundidade da lâmina d'água para a região limnética, permitindo a maior penetração da luz e expansão das macrófitas aquáticas presentes na região litorânea, permitindo a colonização de vários táxons comunidade de macroinvertebrados.

Apesar da relação positiva entre a riqueza e profundidade, a abundância foi direcionada negativamente pela profundidade, este fato pode ser atribuído a baixa ocorrência do molusco

exótico *Melanoides tuberculatus* na região limnética, visto que esta espécie foi dominante na região mais rasa. Comumente os *M. tuberculatus* ocorrem em ambientes com diferentes graus de trofia, Molozzi et al. (2011) e esta relação de dominância também foi observada em outros estudos realizados em reservatórios do semiárido brasileiro (Abílio et al. 2007). Os *M. tuberculatus* são indivíduos "r estrategistas" de reprodução partenogenética, que apresentam alta capacidade de migração e dispersão, associando-se a todas as classes granulométricas o que possibilita uma grande representatividade no ambiente (França et al. 2007; Suriani et al. 2007). Cabe ressaltar que a presença em grande número de desta espécie pode acelerar o processo de homogeneização da macrofauna bentônica, afetando a dinâmica do ecossistema (Santos and Eskinazi-Sant'Anna, 2010).

A biomassa de macroinvertebrados bentônicos assim como a abundância, apresentou seus maiores valores na região litorânea, sendo atribuída a maior biomassa de *Melanoides tuberculatus* ao reflexo da sua dominância nesta região.

A areia fina foi classificada como variável preditora para o direcionamento da riqueza e biomassa da comunidade. No que se refere à distribuição da riqueza, a areia fina atuou de forma negativa. Geralmente em ambientes com substrato composto por partículas pequenas é verificada uma menor riqueza de táxons do que a encontrada em substratos com partículas maiores ou de composição heterogênea (Richards and Arthur, 1993; Molozzi et al. 2011). A baixa riqueza de táxons em sedimento fino pode ser atribuída à instabilidade e proximidade entre as partículas que apresentam menor quantidade de água intersticial dificultando a captura de alimento e baixa disponibilidade de oxigênio (Fenoglio and Cucco, 2004; Kikuchi and Uieda, 2005).

Apesar da relação negativa com a riqueza, a areia fina apresentou relação positiva com a biomassa da comunidade. A presença de Oligochaeta é frequente em ecossistemas aquáticos continentais Dornfeld et al. (2006), estes organismos são favorecidos pela presença de substratos formados por areia fina associada a teores de matéria orgânica, permitindo alcançar altas densidades com consequente aumento de sua biomassa (Galdean et al. 2000). A areia fina também pode ter contribuído para a biomassa Polymitarcydae, pois estudos realizados por Zilli, (2012) relatam o aumento da biomassa de ninfas de Polymitarcydae em sedimento com composição arenosa.

Considerando os períodos de maior e menor volume hídrico, foi possível observar que os atributos estruturais da comunidade (abundância, riqueza e biomassa) não apresentaram diferenças significativas, o que pode ser justificado devido à baixa variação no volume hídrico dos reservatórios durante o período de estudo. Mas, no entanto, estudos indicam diferenças na

estrutura da comunidade entre os períodos sazonais, onde no período considerado seco em que o reservatório apresenta menor volume hídrico é verificada maior abundância e riqueza de espécies, devido à estabilidade do substrato, maior disponibilidade de alimento, redução na profundidade da coluna d'água (Callisto et al. 2004; Souza et al. 2007). Enquanto em períodos de chuva em que o reservatório apresenta maior volume hídrico, ocorre o aumento na turbidez da água pela entrada de material alóctone, bem como a desestabilidade do substrato, alterando a qualidade do habitat e promovendo a redução na composição da comunidade bentônica (Ribeiro and Uieda, 2005).

A composição do habitat atuou com grande influencia no direcionamento dos atributos estruturais da comunidade. A presença de macrófitas aquáticas submersas contribuiu significativamente para a riqueza e abundância de táxons, tendo em vista o aumento na disponibilidade de micro habitats e nichos eficazes. A composição granulométrica do sedimento exerceu grande influencia no direcionamento da riqueza e biomassa da comunidade entre as regiões de amostragem, onde areia fina foi classificada como variável preditora para a riqueza e biomassa, enquanto cascalho foi classificado apenas para a riqueza. Dessa forma, em nosso estudo as variáveis da composição do habitat foram classificadas como sendo as que atuaram com maior influencia para o direcionamento da comunidade bentônica. Estudos futuros são sugeridos em outros trechos da Bacia do Rio Paraíba de modo a contribuir com informações para implementação e otimização de programas de biomonitoramento para ecossistemas aquáticos continentais inseridos na região do semiárido brasileiro, no qual permitirá a proposição de medidas de gestão e conservação desses ecossistemas.

REFERÊNCIA

- ABÍLIO, F. J. P., RUFFO, T. L. M., SOUZA, A. H. F. F., FLORENTINO, H. S., OLIVEIRA-JÚNIOR, E. T., MEIRELES, B. N., SANTANA, A. C. D., 2007, Macroinvertebrados Bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, vol. 11, p. 397-409.
- AESA. Comitê do Rio Paraíba. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2012.
- ALBERTONI, E. F., PRELLVITZ, L. J., PALMA, S, C. 2007, Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, vol. 67, p. 499-507.
- ANDERSON, M. J. 2001, Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 58, p. 626-639.
- ANDERSON, M. J., GORLEY, R. N., CLARKE, K. R. 2008, PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. Primer-e, Plymouth, UK, 214 p.
- APHA, A., WPCF. 1992. Standard methods for the examination of waster and waster-water. 18 ed. New York, APHA/AWWA/WPCF, 1193 p.
- BARBOUR, M. T., GERRITSEN, J., GRIFFITH, G. E., FRYDENBOURG, R., MCCARRON, E., WHITE, J. S., BASTIAN, M. L. 1996, A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 15. p. 185–211.
- BAPTISTA, D. F. 2008, Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, vol. 12, p. 6.
- BARBOLA, I. F., MORAES, M. F., ANAZAWA, T. M., NASCIMENTO, E. A., SEPKA, E. R., POLEGATTO, C. M., SCHÜHLI, G. S. 2011, Evaluation of the aquatic macroinvertebrate community as a tool for monitoring a reservoir in the Pitangui river basin, Paraná, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, vol.101. p. 15-23.
- BEZERRA, N. J. F., BRIGUENTI, L. S., PINTO, C. R. M. 2009, A new morphometric study of Carioca Lake, Parque Estadual do Rio Doce (PERD), Minas Gerais State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol.32. p. 49-54.
- BLINDOW, I., HARGEBY, A., MEYERCORDT, J., SCHUBERT, H. 2006, Primary production in two shallow lakes with contrasting plant form dominance: A paradox of enrichment? *Limnology and Oceanography*, vol. 51. p. 2711–2721.
- BOFFI, A. V. 1979, *Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico*. São Paulo. HVCITEC. 181p.
- BRAVO, J. M., COLLISCHONN, W., PILAR, J. V. P. 2005, Otimização de reservatórios: estado-da-arte. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

BUSS, D. F., BAPTISTA, D. F., NESSIMIAN, J. L. 2003, Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 19, p. 465-473.

BUSS D. F., BAPTISTA D. F., NESSIMIAN J. L., EGLER M. 2004, Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*, vol. 518, p. 179-188.

BURLAKOVA, L. E., KARATAYEV, A. Y., KARATAYEV, V. A. 2012, Invasive mussels induce community changes by increasing habitat complexity. *Hydrobiologia*, vol. 685, p.121-134.

CARVALHO, A. L., CALIL, E. R. 2000, *Chaves de identificação para Famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adulto e larvas*. Papeis Avulsos de Zoologia, v. 41. p. 223-241.

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

CALLISTO, M., ESTEVES, F. A. 1996, Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e Lago Mussurá (Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 8. p. 137-147.

CALLISTO, M., MORENO, P., BARBOSA, F. A. R. 2001, Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 61. p. 71-82.

CALLISTO, M., GONÇALVES, JR., J. F., MORENO, P. 2004, Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: UFMG. vol. 1, p. 1-12.

CALLISTO, M., MORENO, P. 2005, Indicadores ecológicos: a vida na lama. *Ciência Hoje*, vol. 36. p. 68-71.

CALLISTO, M., ESTEVES, F. A. 2010, Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). *Oecologia Australis*, vol. 5. p. 223-234.

CHELLAPPA, S., BUENO, R. M., CHELLAPPA, T., CHELLAPPA, N. T., ALMEIDA, V. V. M. F. 2009, Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 39. p. 325-329.

CIRILO, J. A. 2008, Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semi-Árido. *Estudos Avançados*. vol. 22. p. 61-82.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Seca. Governo Federal. 2012.

- EPLER, J. H. 2001, Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. Aquatic Entomologist. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources Division of Water Quality. 1073 p.
- ESTEVEZ F. A. 1998, Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciência/Finex, 604 p.
- FANNY, C., VIRGINIE, A., JEAN, F., JONATHAN, B., MARIE, C. R., SIMON, D. 2013, Benthic indicators of sediment quality associated with run-of-river reservoirs. *Hydrobiologia*, vol. 703. p. 149-164.
- FERNÁNDEZ, H. R., DOMÍNGUEZ, E., 2001, Guia para la determinación de los artrópodos bentônicos. Sudamericanos. Tucumán. UNT, 282 p.
- FENOGLIO, S., BO, T., CUCCO, M. 2004, Small-scale macroinvertebrate distribution in a riffle of a neotropical rainforest stream (Rio Bartola, Nicaragua). *Caribbean Journal of Science*, vol. 40. p. 253-256.
- FONTANARROSA, M. S., CHAPARRO, G. N., O'FARRELL, I. 2013, Temporal and Spatial Patterns of Macroinvertebrates Associated with Small and Medium-Sized Free-Floating Plants. *Wetlands*, vol. 33. p. 47-63.
- FULAN, J. Â., DAVANSO, R., HENRY, R. 2009, A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos?. *Revista Brasileira de Biociências*, vol,7. p. 150-154.
- FRANÇA, R. S., SURIANI, A. L., ROCHA, O. 2007, Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas aliação do impacto causado pelas espécies exóticas in espécies exóticas invasoras. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 24, p. 41-51.
- GOMES, L. C., BULLA, C. K., AGOSTINHO, A. A., VASCONCELOS, L. P., MIRANDA, L. E. 2012, Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. *Hydrobiologia*, vol. 685, p.97-107.
- GRAÇA, M. A., PINTO, P., CORTES, R., COIMBRA, N., OLIVEIRA, S., MORAIS, M., MALO, J. 2004, Factors Affecting Macroinvertebrate Richness and Diversity in Portuguese Streams: a Two-Scale Analysis. *Hydrobiology*, v. 89. p. 151-164.
- HUMPHRIES, A. T., PEYRE, M. K. L., KIMBALL, M. E., LAWRENCE, P. R. 2011, Testing the effect of habitat structure and complexity on nekton assemblages using experimental oyster reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 409. p. 172-179.
- KELLY, D. J., HAWES, I. 2005, Effects of invasive macrophytes on littoral-zone productivity and foodweb dynamics in a New Zealand high-country lake. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 24. p. 300-320.

- KIKUCHI, R. M., UIEDA, V. S. 2005, Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomologia y Vectores*, vol. 12. p. 1-18.
- KOSTYLEV, V. E., ERLANDSSON, J., MING, M. Y., WILLIAMS, G. A. 2005, The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: Fractal application on rocky shores. *Ecological Complexity*, vol. 2, p. 272-286.
- LOPES, A., DE PAULA, J. D. A., MARDEGAN, S. F., HAMADA, N., TERESA, M., PIEDADE, F. 2011, Influência do hábitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, vol. 41. p. 493-502.
- LEGENDRE, P., ANDERSON, M. J. 1999, Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological* p. 1-25.
- LORENZEN, C. J. 1967, A method for the Continuous Measurement of in Vivo Chlorophyll Concentration. *Deep-Sea Res*, vol.13. p. 223-227.
- MEDINA-GÓMEZ, I., HERRERA-SILVEIRA, J. A. 2006, Primary production dynamics in a pristine groundwater influenced coastal lagoon of the Yucatan Peninsula. *Continental Shelf Research*, vol. 26. p. 971-986.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W. 1996, An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. 862 p.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W. 1984, An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Iowa, Kendall/Hunt Publishes. 862 p.
- MORETTI, M. S., CALLISTO, M. 2005, Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. *Acta Limnological Brazilian*, vol.17, p. 267-281.
- MOLOZZI, J., FRANÇA, S. J., ARAÚJO, A. L.T., VIANA, H. T., HUGHES, M. R., CALLISTO, M. 2011. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. *Iheringia, Série Zoologia*, vol. 3. p. 191-199.
- MOLOZZI, J., SALAS, F., CALLISTO, M., MARQUES, J. C. 2013, Thermodynamic oriented ecological indicators: Application of Eco-Exergy and Specific Eco-Exergy in capturing environmental changes between disturbed and non-disturbed tropical reservoirs. *Ecological Indicators*, vol. 24. p. 543-551.
- MINSHALL G. W. 1984, Aquatic insect-substratum relationships. In: V. H. RESH, D. M. ROSENBERG (eds.) *The ecology of Aquatic Insects*. New York, Praeger Publishers, p. 358-400.
- MOREYRA, KARINA S., FONSECA, CLÁUDIA P. 2007, Variação temporal e espacial e importância ecológica de macroinvertebrados aquáticos num córrego periurbano do Distrito Federal. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 23-8.

- PASCHOAL, L. G., CONCEIÇÃO, F. T. D., CUNHA, C. M. L. D. (2012). Hydrogeomorphological changes due to dynamics of land use in the Santa Gertrudes Stream Watershed (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 42. p. 70-83.
- PAMPLIN, P. A. Z., ROCHA, O. 2007, Temporal and bathymetric distribution of benthic macroinvertebrates in the Ponte Nova Reservoir, Tietê River (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, vol. 18, p. 121-132.
- PETERSON, A. 1960, Larvae of Insects. An Introduction to Nearctic Species. Columbus: OHIO. 250 p.
- PEETERS, E. T., GYLSTRA, R., VOS, J. H. 2004, Benthic macroinvertebrate community structure in relation to food and environmental variables. *Hydrobiologia*, vol. 519, p. 103-115.
- PEIRÓ, D. F., ALVES, R. G. 2006, Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (município de Américo Brasileiro, São Paulo, Brasil). *Biota Neotropica*, vol. 6. p. 1-9.
- PEREIRA, A. L. 2011, Princípios da restauração de ambientes aquáticos continentais. Boletim da Associação Brasileira de Limnologia, vol. 39. p. 1-21.
- PRADO, B. R., NOVO. M. de L. M. E. 2007, Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de barra bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. *Sociedade & Natureza*, vol. 19. p. 5-18.
- RICHARDS, C., HOST, G. E., ARTHUR, J. W. 1993, Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment. *Freshwater Biology*, vol. 29. p. 285-294.
- RIBEIRO, O. L., UIEDA, V. S. 2005, Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de um Riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 22, p. 613-618.
- SANTOS, C. M., ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. 2010, The introduced snail *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian Semiarid Northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). *Brazilian Journal of Biology*, vol. 70. p. 1-7.
- SILVEIRA M. P., BUSS D. F., NESSIMIAN J. L., BAPTISTA D. F. 2006, Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in southeastern Brazilian river. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66. p. 623-632.
- SUGUIO, K. 1973. 2007, Introdução à sedimentologia. São Paulo: Edgard Blucher. 317 p.
- SOUZA, H. D. S. F., OLIVEIRA, J. E. T., MEIRELES, B. N., SANTANA, A. C. D. 2007, Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, vol. 11. p.397-409.
- TASEVSKA, O., JERSABEK, C. D., KOSTOSKI, G., GUŠESKA, D. 2012, Differences in rotifer communities in two freshwater bodies of different trophic degree (Lake Ohrid and Lake Dojran, Macedonia). *Biologia*, vol. 67. p. 565-572.

TOKESHI, M., ARAKAKI, S. 2012, Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. *Hydrobiologia*, vol. 685. p. 27-47.

TRIVINHO-STRIXINO, S. 2011, Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 11. p. 1-10.

TUNDISI, J. G. 2008, Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos avançados, v. 22. p. 7-16.

TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T. 2003, Integration of Research and Management Inoptimizing Multiple Uses of Reservoirs: the Experience of South American and Brazilian Cases Studies. *Hydrobiologia*. vol. 500. p. 231-242.

ZILLI, F. L. 2012, Life history traits and secondary production of Campsurus violaceus (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) in the Paraná River floodplain lakes, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 47. p. 61-71.

Referência da introdução geral

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; GRIFFITH, G. E.; FRYDENBOURG, R.; MCCARRON, E.; WHITE, J. S.; BASTIAN, M. L. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 15. p. 185–211, 1996.

BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, p. 6, 2008

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; SCHÜHLI, G. S. Evaluation of the aquatic macroinvertebrate community as a tool for monitoring a reservoir in the Pitanguí river basin, Paraná, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v.101. p. 15-23, 2011.

BEZERRA, N. J. F.; BRIGUENTI, L. S.; PINTO, C. R. M. A new morphometric study of Carioca Lake, Parque Estadual do Rio Doce (PERD), Minas Gerais State, Brazil. **Acta Scientiarum**. v.32. p. 49-54, 2009.

BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W. ; PILAR, J. V. P. Otimização de reservatórios: estado-da-arte. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 465-473, 2003.

BUSS D. F.; BAPTISTA D. F.; NESSIMIAN J. L.; EGLER M. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia**, v.518, p.179-188, 2004.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e Lago Mussurá (Brasil). **Acta**

Limnologica Brasiliensia, v. 8. p. 137-147, 1996.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61. p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; MORENO, P. Indicadores ecológicos: a vida na lama. **Ciência Hoje**, v. 36. p. 68-71, 2005.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). **Oecologia Australis**, v. 5. p. 223-234, 2010.

CARVALHO, E. M.; 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, p. 287-293, 2004.

CIRILO, J. A. Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semi-Árido. *Estudos Avançados*. v. 22. p. 61-82, 2008.

CHELLAPPA, S.; BUENO, R. M.; CHELLAPPA, T.; CHELLAPPA, N. T.; ALMEIDA, V. V. M. F. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters**, v. 39. p. 325-329, 2009.

ESTEVES F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/Finep, 604p, 1998.

FANNY, C.; VIRGINIE, A.; JEAN-FRANÇOIS, F.; JONATHAN, B.; MARIE-CLAUDE, R.; SIMON, D. Benthic indicators of sediment quality associated with run-of-river reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 703. p. 149-164, 2013.

FENOGLIO, S.; B. O, T.; CUCCO, M. Small-scale macroinvertebrate distribution in a riffle of a neotropical rainforest stream (Rio Bartola, Nicaragua). **Caribbean Journal of Science**, v. 40. p. 253-256, 2004.

FONTANARROSA, M. S.; CHAPARRO, G. N.; O'FARRELL, I. Temporal and Spatial Patterns of Macroinvertebrates Associated with Small and Medium-Sized Free-Floating Plants. **Wetlands**, v. 33. p. 47-63, 2013.

FRANÇA, R. S.; SURIANI, A. L.; ROCHA, O. Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tiete (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas espécies exóticas invasoras. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 41-51, 2007.

FULAN, J. Â.; DAVANSO, R.; HENRY, R. A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos?. **Revista Brasileira de Biociências**, v,7, p 150-154, 2009.

GRAÇA, M. A.; PINTO, P.; CORTES, R.; COIMBRA, N.; OLIVEIRA, S.; MORAIS, M.; MALO, J. Factors Affecting Macroinvertebrate Richness and Diversity in Portuguese Streams: a Two-Scale Analysis. **Hydrobiologia**, v. 89. p. 151-164,2004.

HUMPHRIES, A. T.; PEYRE, M. K. L.; KIMBALL, M. E.; LAWRENCE, P. R. Testing the effect of habitat structure and complexity on nekton assemblages using experimental oyster reefs. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 409. p. 172-179, 2011.

KELLY, D. J.; HAWES, I. Effects of invasive macrophytes on littoral-zone productivity and foodweb dynamics in a New Zealand high-country lake. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24. p. 300-320, 2005.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 12. p. 1-18, 2005.

KOSTYLEV, V. E.; ERLANDSSON, J.; MING, M. Y.; WILLIAMS, G. A. The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: Fractal application on rocky shores. **Ecological Complexity**, v. 2, p.272-286, 2005.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. 1984. **An introduction to the aquatic insects of North America.**Dubuque: Iowa, Kendal/Hunt Publishes. 862 p.

MINSHALL G. W. **Aquatic insect-substratum relationships**. In: V. H. RESH; D. M. ROSENBERG. The ecology of Aquatic Insects. New York, Praeger Publishers, 358-400, 1984.

MOLOZZI, J.; FRANÇA, S. J.; ARAÚJO, A. L. T.; VIANA, H. T.; HUGHES, M. R.; CALLISTO, M. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 3. p. 191-199, 2011.

MORETTI, M. S.; CALLISTO, M. Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. **Acta Limnological Brazilian**, v.17, p.267-281, 2005.

MOREYRA, K. S.; FONSECA, C. P. Variação temporal e espacial e importância ecológica de macroinvertebrados aquáticos num córrego peri urbano do Distrito Federal. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 23-8, 2007.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T. D.; CUNHA, C. M. L. D. Hydrogeomorphological changes due to dynamics of land use in the Santa Gertrudes Stream Watershed (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v.42. p. 70-83, 2012.

PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O. Temporal and bathymetric distribution of benthic macroinvertebrates in the Ponte Nova Reservoir, Tietê River (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 18, p. 121-132, 2007.

PEREIRA, A. L. Princípios da restauração de ambientes aquáticos continentais. Boletim da Associação Brasileira de Limnologia, v. 39. p. 1-21, 2011.

PEETERS, E. T.; GYLSTRA, R.; VOS, J. H. Benthic macroinvertebrate community structure in relation to food and environmental variables. **Hydrobiologia**, v.519, p.103-115, 2004.

PRADO, B. R.; NOVO, M. L. M. E. Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de barra bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. **Sociedade & Natureza**, v. 19. p. 5-18, 2007.

SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66. p. 623-632, 2006.

TASEVSKA, O.; JERSABEK, C. D.; KOSTOSKI, G.; GUŠESKA, D. Differences in rotifer communities in two freshwater bodies of different trophic degree (Lake Ohrid and Lake Dojran, Macedonia). **Biologia**, v. 67. p. 565-572, 2012.

TOKESHI, M.; ARAKAKI, S. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. **Hydrobiologia**, v. 685. p. 27-47, 2012.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Integration of Research and Management Inoptimizing Multiple Uses of Reservoirs: the Experience of South American and Brazilian Cases Studies. **Hydrobiologia**. v. 500. p. 231-242, 2003.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. Estudos avançados, v. 22. p. 7-16, 2008.

Tabela 1: Caracterização dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil. Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2010).

Características	Reservatório Poções	Reservatório Camalaú
------------------------	----------------------------	-----------------------------

Localização geográfica	7°53'38"S e 37°0'30"W	7°53'33.94"S e 36°50'39.16"W
Altitude (m)	596	565
Capacidade máxima de acumulação (m ³)	29.861.562	48.107.240
Espelho d'água (m ²)	19.005.95	19.457.18
Tempo de retenção hidráulica	3-5 anos	3-5 anos
Presença de macrófitas	*	<i>Egeria densa</i> e <i>Chara</i> sp
Principal finalidade	Abastecimento e irrigação	Abastecimento e irrigação

*Sem itens registrados

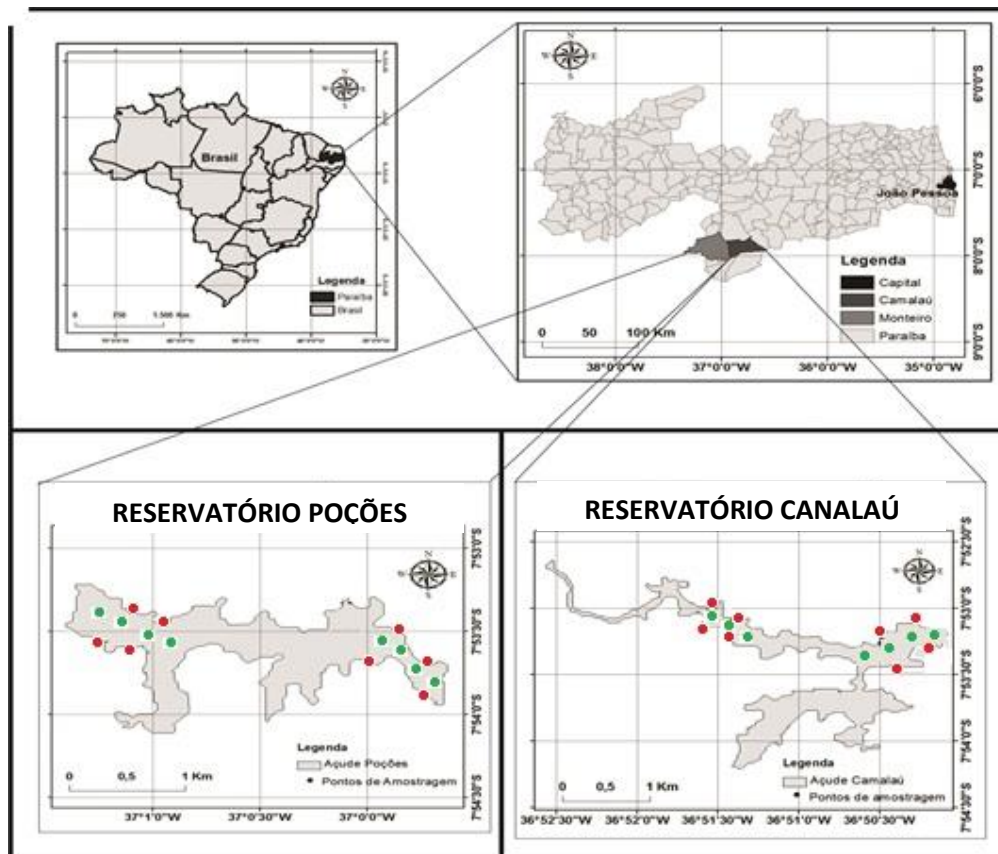


Figura 1: Localização dos pontos de amostragem nos reservatórios Poções e Camalaú situados no alto curso da Bacia do Rio Paraíba, Paraíba - Brasil. Em verde os pontos distribuídos na região limnética; vermelho os pontos distribuídos na região litorânea.

Tabela 2: Variáveis ambientais e da composição do habitat (média e desvio padrão) mensuradas nos meses de Abril (maior volume hídrico) e Junho (menor volume hídrico) do ano de 2012 nas regiões litorânea e limnética do reservatórios Poções e Camaláu, Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil.

Parâmetros Ambientais	Reservatório Poções				Reservatório Camaláu			
	Maior volume		Menor volume		Maior volume		Menor volume	
	Litorânea	Limnética	Litorânea	Limnética	Litorânea	Limnética	Litorânea	Limnética
Profundidade (m)	1,23 ± 0,17	4,65 ± 0,84	0,90 ± 0,08	4,55 ± 0,83	0,93 ± 0,17	6,82 ± 1,48	0,87 ± 0,09	4,52 ± 1,40
Secchi (m)	0,39 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,37 ± 0,02	0,42 ± 0,08	0,66 ± 0,34	1,69 ± 0,16	0,81 ± 0,08	1,86 ± 0,38
Temperatura (°C)	26,80 ± 0,29	26,77 ± 0,32	25,00 ± 1,11	25,04 ± 1,32	27,13 ± 1,35	26,50 ± 0,61	25,7 ± 1,08	25,18 ± 0,98
Ph	9,00 ± 0,10	8,93 ± 0,23	9,28 ± 0,20	9,11 ± 0,12	9,07 ± 0,21	8,29 ± 0,26	9,47 ± 0,32	8,66 ± 0,13
ORP (mV)	82,25 ± 27,43	70,83 ± 39,98	79,25 ± 38,57	95,66 ± 29,66	106,75 ± 48,95	140,16 ± 27,62	110,5 ± 64,70	165,79 ± 37,18
Condutividade (mS/cm)	1,00 ± 0,005	1,02 ± 0,008	0,97 ± 0,19	1,06 ± 0,045	0,72 ± 0,007	0,71 ± 0,01	0,74 ± 0,02	0,74 ± 0,02
Turbidez (NTU)	136,00 ± 32,50	157,53 ± 59,79	132,50 ± 23,47	176,49 ± 42,71	50,32 ± 20,71	79,75 ± 34,27	75,15 ± 12,74	39,36 ± 14,92
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,17 ± 1,48	6,28 ± 1,17	8,85 ± 0,36	6,31 ± 0,70	8,17 ± 1,44	6,51 ± 1,28	9,54 ± 2,11	5,54 ± 0,50
%Oxigênio dissolvido	90,87 ± 19,05	79,82 ± 14,91	110,15 ± 4,59	78,51 ± 9,36	103,97 ± 19,44	82,22 ± 16,52	119,27 ± 28,09	68,60 ± 7,05
STD (g/L)	0,65 ± 0,002	0,65 ± 0,005	0,61 ± 0,13	0,68 ± 0,02	0,46 ± 0,005	0,45 ± 0,006	0,47 ± 0,01	0,47 ± 0,01
Salinidade (%)	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,001	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,005	0,04 ± 0,006	0,03 ± 0,005
Clorofila- <i>a</i> (µm/L)	120,33 ± 22,15	128,23 ± 19,86	78,20 ± 23,50	73,07 ± 12,88	10,33 ± 10,08	7,17 ± 2,81	10,89 ± 1,39	9,28 ± 0,72
Feofitina (µm/L)	125,04 ± 27,65	117,40 ± 23,21	60,88 ± 22,94	56,33 ± 14,06	10,37 ± 10,64	5,18 ± 3,53	2,45 ± 2,87	1,91 ± 1,29
Fósforo total (µm/L)	151,75 ± 13,83	273,27 ± 2,66	236,75 ± 14,03	249,80 ± 11,37	50,91 ± 33,62	33,83 ± 9,58	163,83 ± 40,05	135,98 ± 4,15
Fosfato solúvel reativo (µm/L)	14,60 ± 9,59	80,16 ± 7,26	34,60 ± 37,39	41,81 ± 24,56	6,90 ± 7,90	27,23 ± 25,54	12,10 ± 9,67	27,93 ± 4,64
Nitrogênio total (µm/L)	1585,53 ± 190,51	1553,09 ± 148,03	1213,75 ± 142,46	1224,74 ± 97,74	859,82 ± 445,01	680,14 ± 142,99	886,42 ± 411,42	531,17 ± 46,27
Íon amônio (µm/L)	84,37 ± 1,69	132,03 ± 31,66	119,60 ± 32,41	313,86 ± 62,59	74,01 ± 11,96	83,59 ± 41,76	23,76 ± 14,76	55,97 ± 14,70
Nitrato (µm/L)	25,56 ± 6,31	25,11 ± 8,71	22,92 ± 2,84	28,78 ± 5,19	43,68 ± 17,21	43,22 ± 6,29	33,67 ± 8,16	43,22 ± 12,44
Nitrito (µm/L)	2,83 ± 0,54	2,50 ± 0,40	1,18 ± 0,69	6,72 ± 10,38	3,09 ± 2,12	10,15 ± 2,01	0,79 ± 1,05	6,71 ± 6,42
Matéria orgânica (%PS/m ²)	0,15 ± 0,07	0,32 ± 0,16	0,12 ± 0,09	0,42 ± 0,10	0,30 ± 0,32	0,42 ± 0,02	0,41 ± 0,27	0,32 ± 0,09
Cascalho% (2-64mm)	1,44 ± 0,09	1,56 ± 0,01	1,30 ± 0,15	1,55 ± 0,01	1,42 ± 0,26	1,49 ± 0,06	1,43 ± 0,19	1,47 ± 0,12
Areia grossa% (1-0,50mm)	1,42 ± 0,05	1,30 ± 0,22	1,29 ± 0,22	1,26 ± 0,12	1,33 ± 0,30	1,12 ± 0,24	1,28 ± 0,13	1,03 ± 0,21
Areia Média% (0,250-1mm)	1,38 ± 0,07	1,38 ± 0,08	1,46 ± 0,03	1,26 ± 0,11	1,35 ± 0,06	1,32 ± 0,12	1,33 ± 0,07	1,39 ± 0,06
Areia fina% (0,250-0,062mm)	1,20 ± 0,10	1,19 ± 0,15	1,43 ± 0,03	1,30 ± 0,04	1,26 ± 0,22	1,35 ± 0,13	1,41 ± 0,05	1,45 ± 0,06
Silte/Argila% (<0,062mm)	1,38 ± 0,08	1,38 ± 0,16	1,32 ± 0,31	1,44 ± 0,08	1,43 ± 0,08	1,52 ± 0,03	1,37 ± 0,12	1,46 ± 0,17
Biomassa <i>Charasp</i> (gC/m ²)	*	*	*	*	13,07 ± 8,88	*	15,64 ± 12,30	*
Biomassa <i>Egeria densa</i> (gC/m ²)	*	*	*	*	21,51 ± 17,82	*	12,10 ± 8,26	*

*Sem valores registrados

Tabela 3: Lista de táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos entre as regiões (litorânea e limnética) e períodos de amostragem (maior e menor volume dos reservatórios). Valores de abundância (nº de indivíduos), biomassa (mg/m²) e riqueza (nº de espécies), coletados nos reservatórios Poções e Camalaú, alto curso da Bacia do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil.

Espécies/Táxons	Poções								Camalaú							
	Abundância (nº ind)				Biomassa (g/m ²)				Abundância (nº ind)				Biomassa (g/m ²)			
	Litorânea		Limnética		Litorânea		Limnética		Litorânea		Limnética		Litorânea		Limnética	
	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.	Maior vol.	Menor vol.
MOLLUSCA																
Gastropoda																
Planorbidae	105	141	1	*	0,64	0,58	0,0002	*	10	2	0	0	0,14	0,001	*	*
Thiaridae –																
<i>Melanoides tuberculatus</i> (Müller, 1774)	1394	2965	3	3	14,25	33,98	3,76	0,004	214	185	19	15	0,49	1,86	0,75	0,005
ANNELIDA																
Hirudinea	1	*	*	*	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oligochaeta	*	5	*	*	*	0,33	*	*	10	535	4	52	0,24	0,53	0,2	1,25
DECAPODA																
Palaemonidae	*	*	*	*	*	*	*	*	2	4	*	*	0,12	0,14	*	*
INSECTA																
Ephemeroptera																
Baetidae	*	*	*	*	*	*	*	*	1	3	*	*	0,009	0,16	*	*
Polymitarcyidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	38	87	*	*	0,33	0,77
Odonata																
Coenagrionidae	*	*	*	*	*	*	*	*	1	1	*	*	0,1	0,1	*	*
Libellulidae	*	*	*	*	*	*	*	*	8	3	*	*	0,11	0,1	*	*
Hemiptera																
Corixidae	*	1	*	*	*	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mesoviliidae	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	0,009	*	*	*
Diptera																
Chaoboridae - <i>Chaoborus</i> (Lichtenstein, 1980)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	349	93	*	*	0,23	0,2
Chironomidae																
Coelotanypodini																
<i>Coelotanypus</i> (Kieffer, 1913)	4	1	44	47	0,19	0,008	0,34	0,21	2	1	10	12	0,11	0,08	0,28	0,3
Pentaneurini																
<i>Ablabesmyia</i> (Johansen, 1905)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	0,008
Chironominae																
Chironomini																
<i>Aedokritus</i> (Roback, 1958)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	0,08
<i>Chironomus</i> (Meigen, 1803)	*	20	1	*	*	0,28	0,08	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Fissimentum</i> (Cranston and Nolte, 1996)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	0,09
<i>Goeldichironomus</i> (Fittkau, 1965)	8	11	*	*	0,17	0,27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Parachironomus</i> (Lenz, 1921)	*	*	*	*	*	*	*	*	20	*	*	*	0,14	*	*	*
Tanytarsini																
<i>Tanytarsus</i> (van der Wulp, 1984)	*	*	*	*	*	*	*	*	2	*	*	*	0,11	*	*	*
Riqueza (nº de espécies)	5	7	4	2					11	8	5	8				

*Sem valores registrados

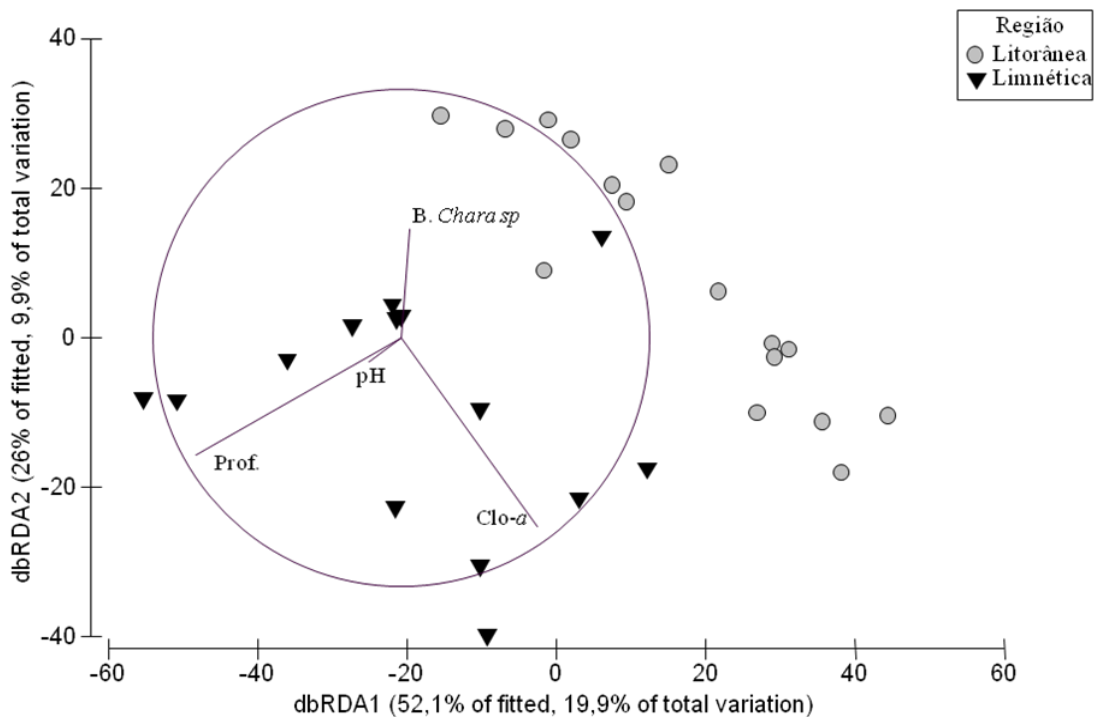


Figura 2: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição da abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil em relação as variáveis predictoras. Onde: Prof.= profundidade; Clo-a= clorofila-a; pH= potencial hidrogeniônico; B. *Chara* sp= biomassa de *Chara* sp.

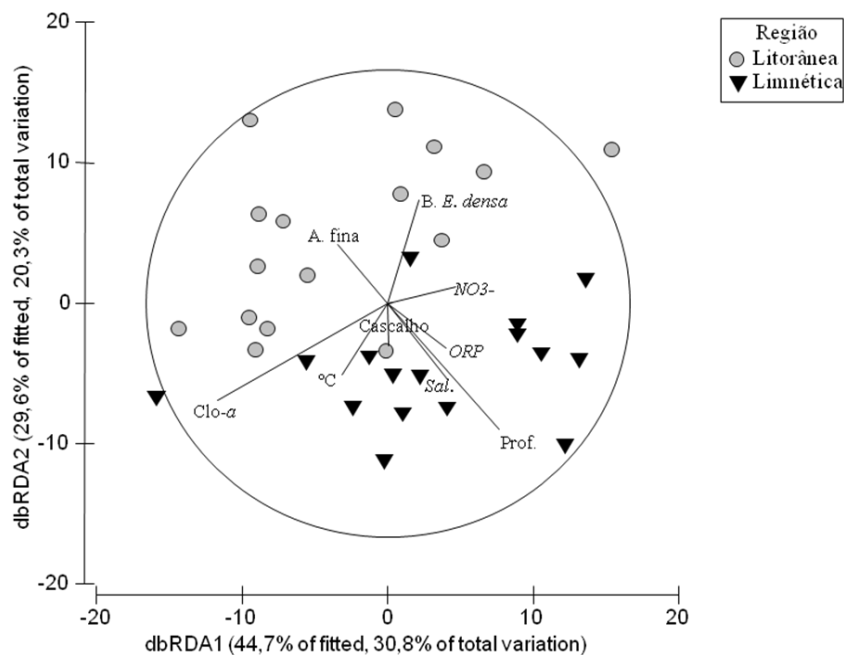


Figura 3: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição da riqueza da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil, em relação as variáveis predictoras. Onde: Clo-a= clorofila-a; °C= temperatura; Prof.= profundidade; Sal.= salinidade; orp= Potencial oxi-redox; NO_3^- = nitrato; A.fina= areia fina; B. *Egeria densa*= biomassa de *Egeria densa*.

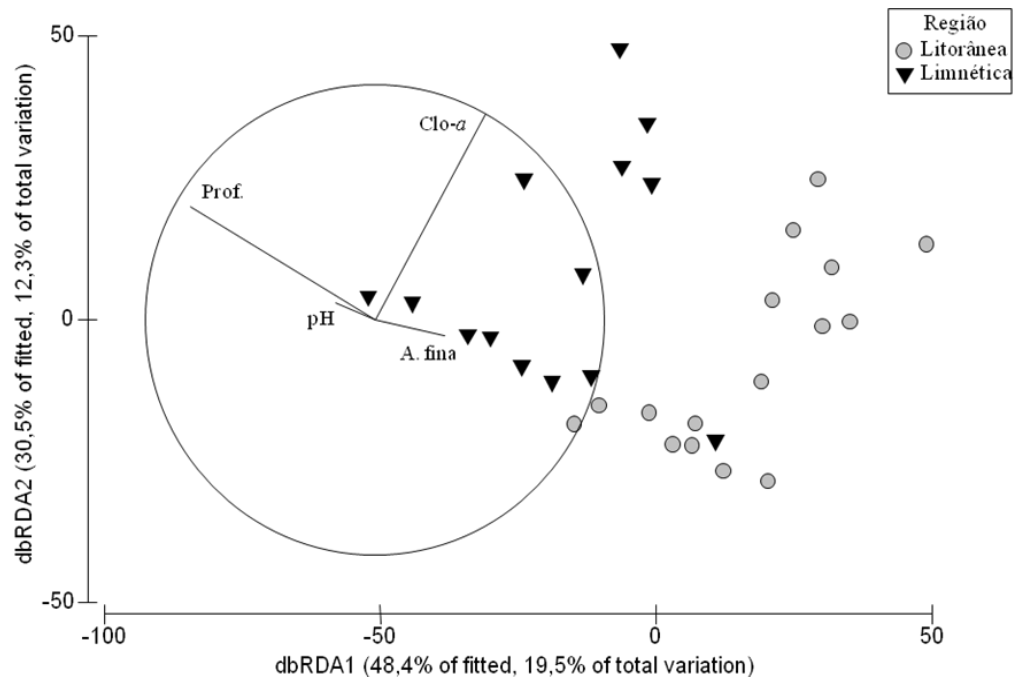


Figura 4: A “Distance-based redundancy analysis”(dbRDA) mostra a distribuição das biomassa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas regiões litorânea e limnética dos reservatórios Poções e Camalaú, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil, em relação as variáveis predictoras. Onde: Prof= profundidade, pH= potencial hidrogeniônico, A. fina= areia fina, Clo-a= clorofila-a.

Instrução aos autores

Escopo e política

A *Acta Limnologica Brasiliensia* é uma revista científica publicada pela Associação Brasileira de Limnologia (ABLimno) que publica artigos originais que contribuem para o desenvolvimento científico da Limnologia. A revista cobre um amplo espectro, incluindo qualquer tópico relacionado à ecologia de águas continentais de todos os ecossistemas, tais como, rios, lagos, planícies de inundação, pântanos, represas e zonas estuarinas. O escopo da *Acta Limnologica Brasiliensia* engloba todos os aspectos teóricos e aplicados da ecologia aquática continental, manejo e conservação, ecotoxicologia e poluição. Trabalhos taxonômicos podem ser aceitos desde que contenham informação ecológica e distribuição geográfica. Os artigos submetidos à revista devem ser originais e sem submissão simultânea a outro periódico.

Os manuscritos submetidos são inicialmente avaliados quanto à linguagem, apresentação e estilo. Recomenda-se aos pesquisadores que não tenham o inglês como língua nativa que submetam seus manuscritos a um colega que possua esta língua como nativa.

Os autores devem preparar seu manuscrito para submissão seguindo as instruções abaixo. Os manuscritos são avaliados pelo Editor Chefe que encaminha o manuscrito para dois referees. Os referees enviam seus pareceres ao Editor Chefe que também emite um parecer com base nos pareceres dos referees. Os três pareceres são enviados para os autores do trabalho. A revista utiliza o procedimento de par cego. Após o aceite do trabalho uma prova do artigo é enviada (on line) pelo serviço de editoração para revisão final dos autores.

Existem três categorias de contribuição para a ***Acta Limnologica Brasiliensia***:

1. Artigos originais (geralmente composto por 25 páginas impressas, incluindo tabelas, figuras e referências). Veja “Preparação dos Manuscritos” abaixo.
2. Notas científicas, contendo entre 2 e 4 páginas, apresentando informação concisa sobre um determinado tópico. A nota deve conter abstract (português e inglês), palavras chave, (português e inglês) e referências; o restante do trabalho deve conter um texto contínuo.
3. Artigos de revisão. Estes artigos devem abordar assunto referente ao escopo da revista e de interesse atual. Esses artigos podem ser submetidos espontaneamente ou ser fruto de convite pelo corpo editorial.

Forma e preparação de manuscritos

Os manuscritos submetidos para a *Acta Limnologica Brasiliensia* devem ser originais e não submetidos à outra revista científica. Uma versão eletrônica (em Word for Windows) do manuscrito, incluindo tabelas e figuras devem ser enviadas em um arquivo único para o Editor Chefe (actalb@rc.unesp.br). Os manuscritos devem ser redigidos na língua inglesa com um abstract em português. Os autores que não tenham o inglês como língua nativa devem submeter seu manuscrito à pessoa nativa na língua inglesa antes da submissão. Os manuscritos devem ser digitados em folha A4, com espaçamento duplo e margens amplas. Todas as páginas devem ser numeradas, bem como as linhas de cada página.

Texto

O texto deve seguir a seguinte ordem. Primeira página: título em inglês (em negrito) e em português, nome completo dos autores (p. ex. Antonio Fernando Monteiro Camargo), endereço (incluindo e-mail). Cada autor deve ser identificado por um número sobre-escrito. Segunda página: Resumo (em inglês e português) e palavras-chave. Terceira página e páginas subsequentes: texto do artigo (Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referencias). A seguinte informação deve colocada no texto acompanhando todas as espécies citadas no texto: a) zoologia, o nome do autor e a data da descrição devem ser informados na primeira vez que a espécie for citada no texto; e b) botânica, apenas o nome do autor que descreveu a espécie deve ser informado na primeira vez que a espécie for citada no texto.

Resumo

O resumo deve conter entre 250 e 300 palavras e ser estruturado da seguinte maneira: objetivo, métodos, principais resultados e conclusões. Entre 4 e 5 palavras-chave devem ser informadas e recomenda-se que sejam distintas daquelas utilizadas no título.

Tabelas e Figuras

As tabelas e figuras devem ser numeradas consecutivamente utilizando numerais arábicos (tabela 1, 2, 3 etc. e figura 1, 2, 3, etc.). Fotografias coloridas poderão ser incluídas, mas estarão sujeitas a pagamento. Todas as tabelas e figuras devem ser indicadas no texto.

Unidades e Símbolos

Use o sistema internacional de unidades (SI), separando as unidades do valor com um espaço (com exceção de porcentagens); use abreviações quando possível. Para unidades

compostas use exponencial e não barra (Ex. mg.dia⁻¹, e não mg/dia, Xmol.min⁻¹ instead of Xmol/min).

Referências

A citação de teses, dissertações e monografias de graduação e resumos apresentados em congressos não devem ser utilizadas. Excepcionalmente e com a anuência dos referees e do Editor Chefe teses e dissertações poderão ser utilizadas.

Citação no texto: Use o sistema nome e ano de publicação:

Schwarzbald (2009), (Calijuri, 2009), (Santoro and Enrich-Prast, 2010), para mais de dois autores utilize “et al”. As citações na lista de referências devem seguir as normas ISO 690/1987: Todas as referências citadas no texto devem ser listadas em ordem alfabética em letras maiúsculas de acordo com o primeiro autor, Referencias devem ser iniciadas em uma página separada.

Exemplos:

Revista científica

A referencia de um trabalho científico deve ser apresentada na seguinte ordem: nome do autor abreviado (sobrenome, iniciais do nome), data de publicação, título do trabalho, nome da revista, número da edição e número da página inicial e final sem omissão de nenhuma informação relevante.

CARVALHO, P., BINI, LM., DINIZ-FILHO, JAF. AND MURPHY, KJ. 2009, A macroecological approach to study aquatic macrophyte distribution patterns. *Acta Limnologica Brsiliensia*, vol. 21, no. 2 p. 169-174.

Capítulo de livro:

BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. AND JÚLIO JÚNIOR, HF., 2009. A origem e a consolidação do conceito de ecossistema. In LANSAC-TÔHA, FA., BENEDITO, E., AND OLIVEIRA EF. (Orgs.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia*. Maringá: Eduem, 572 p.

Livro:

TUNDISI, JG., AND MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 632 p.

Separata:

Uma cópia impressa do número que contém o artigo publicado será encaminhada ao primeiro autor do artigo. Se a Associação Brasileira de Limnologia não tiver fundos disponíveis para a publicação, o autor (es) do artigo pagarão uma taxa referente ao custo de cada página do artigo.