



**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

CÍNTIA KELLY DE LIMA FARIAS

**BIOMASSA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL EM RESERVATÓRIOS DO
SEMIÁRIDO**

Campina Grande-PB

2015

CÍNTIA KELLY DE LIMA FARIAS

**BIOMASSA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL EM RESERVATÓRIOS DO
SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Joseline Molozzi

Co-orientador: Msc. Evaldo de Lira Azevêdo

Campina Grande-PB
2015

F224b Farias, Cíntia Kelly de Lima.
Biomassa de macroinvertebrados bentônicos como indicador de impacto ambiental em reservatórios do semiárido [manuscrito] / Cíntia Kelly de Lima Farias. - 2015.
40 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.
"Orientação: Profa. Dra. Joseline Molozzi, Departamento de Ciências Biológicas".
"Co-Orientação: Prof. Me. Evaldo de Lira Azevedo, Departamento de Ciências Biológicas".
1. Macroinvertebrados bentônicos. 2. Biomassa 3. Impacto ambiental. I. Título.

21. ed. CDD 363.7

CÍNTIA KELLY DE LIMA FARIAS

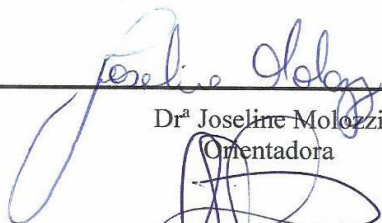
**AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
COMO INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL EM RESERVATÓRIOS DO
SEMIÁRIDO**

Orientadora: Prof. Dra. Joseline Molozzi

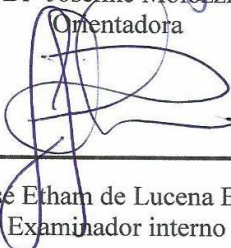
Co-orientador: Msc. Evaldo de Lira Azevêdo

Aprovada em 15/04/2015

Comissão examinadora:



Dr^a Joseline Molozzi
Orientadora



Dr^o José Etham de Lucena Barbosa
Examinador interno



Msc. Rafaela Farias de Lima
Examinadora externa

*Aqueles que me deram a vida e que me amam
incondicionalmente,
meus pais Jadeir e Elielza, e ao meu irmão Ítalo,
que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando,
que torceram e acreditaram em mim, pela imensa paciência e
amor dedicado. Que são espelhos e exemplos de vida.*

Dedico!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pelo Dom de minha vida, por todo amor e cuidado em todos esses anos de caminhada até a concretização deste sonho, **MUITO OBRIGADO SENHOR**, sem Ti nada disso seria possível!

A toda minha família, em especial aos meus pais: Jadeir e Elielza! Muito obrigado por serem exemplos de integridade, honestidade e respeito para com todos que os rodeiam, por tantos sacrifícios em prol da educação dos filhos, a vocês dedico essa conquista! Ao meu irmão Italo, que sempre me dá forças e me encoraja a concretizar meus sonhos e que tanto nos orgulha! Amo-os infinitamente...

Não poderia esquecer aquele que infelizmente não está fisicamente, mas, que será eterno em meu coração, meu amado avô Antônio Tarugo, essa conquista também é sua! Meu amor por ti é eterno...

Agradeço a minha orientadora Josi, por ter me apresentado o mundo dos bentos, pela oportunidade de aprendizado e crescimento, aos ensinamentos nas atividades em um laboratório, por todo tempo dedicado a me orientar, Muito Obrigada!

Ao meu co-orientador Evaldo, por todos os ensinamentos desde que entrei para o laboratório, pela grande ajuda nesse trabalho (parte prática das atividades, nas análises estatísticas e nas correções...), por toda paciência em sentar e me ajudar, orientando e melhorando cada vez mais esse trabalho, Muito obrigado!

A toda equipe que compõem o laboratório de ecologia de bentos, pela convivência durante todo esse tempo (Climélia, Lígia, Raiane, Tamires, Monalisa, Jessica, Kelly, Izabelly, Carlinda, Geneton, Daniele, Shakira e Leandro...).

A minha turma de graduação, pelos anos de risos e também pelos choros (que não foram poucos rsrsrs), por dividirem um pouquinho de seus sonhos e conquistas comigo, em especial as minhas xicras (Macilene, Eliene, Ellen). As minhas eternas companheiras de seminários (Maci, Vitória e Bruna) por dividir tantas dificuldades e aprendizados, por me socorrer sempre que precisei, vocês com certeza estarão para sempre em meu coração! Enfim a toda turma 2009.2.

A todos os mestres que passaram em minha vida, desde os anos iniciais de estudos (inesquecível tia Gilka), bem como todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial Avany Gusmão, Márcia Adelino, Kiriaki Silva e André Pessanha!

A Rafaela Farias, um exemplo de pessoa e sem dúvida uma excelente profissional, por ter aceito desde o principio contribuir com este trabalho, obrigada “prima”. Bem como o professor José Etham, ao qual admiro muito como pessoa, pesquisador e professor, agradeço por ter aceito contribuir com este trabalho!

A todos vocês, muito obrigada!

BIOMASSA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

RESUMO

Farias, Cíntia Kelly de Lima

O objetivo desse estudo foi avaliar a biomassa de macroinvertebrados bentônicos como indicador biológico de qualidade ambiental em reservatórios localizados no semiárido. O estudo foi realizado nos reservatórios Argemiro de Figueiredo (Acauã), Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Poções, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Foram realizadas duas coletas em períodos hidrológicos distintos de maior índice pluviométrico (Dezembro de 2011) e de menor índice pluviométrico (Julho de 2012), tendo sido coletadas amostras de água e de macroinvertebrados bentônicos na região litorânea de cada reservatório, totalizando 120 amostras. Através da biomassa dos gêneros da família Chironomidae foi possível comprovar a classificação dos reservatórios em pontos de menor distúrbio e pontos de maior distúrbio levando em consideração os gêneros de Chironomidae e sua respectiva biomassa predominantes nos respectivos pontos. O resultado da classificação dos pontos foi corroborado com análises de significância, mostrando que no período de maior índice pluviométrico (2011), a existência de diferença significativa entre os pontos de maior e menor distúrbio (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 4,5312$; $p=0,001$). No período de Menor índice pluviométrico (2012), os resultados da análise também mostraram diferença significativa entre os pontos amostrados (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 3,0349$; $p=0,005$). De acordo com os resultados obtidos, os valores da biomassa dos gêneros da família Chironomidae contribuíram na classificação dos locais de maior e menor distúrbio antropogênico, podendo então ser considerada uma ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental, fornecendo informações de qualidade da água e intensidade de influências antrópicas.

PALAVRAS-CHAVE: Macroinvertebrados bentônicos, Biomassa, qualidade ambiental, reservatórios.

BIOMASS BENTHIC MACROINVERTEBRATES AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN RESERVOIRS OF SEMIARID

ABSTRACT

Farias, Cíntia Kelly de Lima

The aim of this study was to evaluate the biomass of benthic macroinvertebrates as biological indicators of environmental quality in reservoirs located in the semiarid. The study was conducted in reservoirs Argemiro Figueiredo (Acauã), Pessoa (Boqueirão) and Potions, belonging to the basin of the Rio Paraíba. Two samples were taken at different hydrological periods of higher rainfall (December 2011) and lower rainfall (July 2012), having been collected water samples and benthic macroinvertebrates in the coastal region of each reservoir, totaling 120 samples. Through the biomass of Chironomidae family genres it was possible to prove the classification of reservoirs in minor points disorder and major points of disturbance taking into account the kinds of Chironomidae and their respective biomass prevailing in the respective points. The result of the classification of points was corroborated with significance analysis, showing that the higher rainfall period (2011), the existence of significant differences between the points of major and minor disorder (PERMANOVA: Pseudo F1, 59 = 4.5312 ; $p = 0.001$). In the period from Lower rainfall (2012), test results also showed significant difference between the sampled points (PERMANOVA: Pseudo F1, 59 = 3.0349, $p = 0.005$). According to the results, the values of biomass of Chironomidae family genres contributed to the classification of sites of major and minor anthropogenic disturbance and can then be considered a tool for the evaluation of environmental quality, providing water quality information and intensity anthropogenic influences.

KEYWORDS: Benthic macroinvertebrates, biomass, environmental quality, reservoirs.

RELAÇÃO DE FIGURAS E TABELAS

Figuras

- Figura 1:** Localização geográfica dos reservatórios e dos pontos de amostragem ao longo dos reservatórios Poções, Epitácio Pessoa e Argemiro de Figueiredo pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil..... 13
- Figura 2:** Protocolo de caracterização de habitats físicos (US-EPA, 2012), utilizado na caracterização dos locais amostrados 17
- Figura 3:** Agrupamento dos locais de amostragem considerando os três reservatórios em estudo, de acordo com os valores das métricas de distúrbio na zona inundável (RDis_IX Inund) e zona ripária (RDis_IX Rip), onde o grupo 1 representa locais com menor distúrbio (10P à 14A) e o grupo 2 locais com maior distúrbio (15P à 6P) de acordo com (Azevêdo, 2013)..... 18
- Figura 4:** Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial dos parâmetros físicos e químicos entre os períodos de menor e maior volume.20
- Figura 5:** Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial para os grupos de menor distúrbio e maior distúrbio no período de menor volume hídrico (2012), utilizando os valores das métricas de distúrbio antropogênico 21
- Figura 6:** Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial para os grupos de menor e maior distúrbio no período de maior volume hídrico (2011), utilizando os valores das métricas de distúrbio antropogênico 21
- Figura 7:** Box-plot da biomassa de macroinvertebrados bentônicos no período de menor volume hídrico (2011), considerando os locais com menor e maior distúrbio antropogênico nos reservatórios da região semiárida..... 26
- Figura 8:** Box-plot da biomassa de macroinvertebrados bentônicos no período de maior volume hídrico (2012), considerando os locais com menor e maior distúrbio antropogênico nos reservatórios da região semiárida..... 26

Tabelas

Tabela 1: Dados de caracterização dos reservatórios Poções, Epitácio Pessoa e Argemiro de Figueiredo, localizados na bacia hidrográfica do Rio Paraíba (AESAs, 2012) (Adaptado de Azevêdo, 2013)..... 14

Tabela 2: Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas nos grupos de menor e maior distúrbio, de acordo com os parâmetros estabelecidos por (Azevêdo, 2013), nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, analisados no ano 2011/2012 22

Tabela 3: Média e desvio padrão para abundância (nº de indivíduos) nos dois grupos de maior e menor distúrbio, de acordo com os parâmetros estabelecidos por (Azevêdo, 2013), nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, analisados no ano 2011/2012 24

Tabela 4: Média e desvio padrão para biomassa (m.g/2m²) nos dois grupos de maior e menor distúrbio, de acordo com os parâmetros estabelecidos por (Azevêdo, 2013), nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, analisados no ano 2011/2012 27

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
2. Objetivos.....	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. Material e Método	13
3.1. Área de estudo: Caracterização da bacia do Rio Paraíba	13
3.2. Desenho amostral	15
3.3. Macroinvertebrados bentônicos.....	15
3.4. Parâmetros físicos e químicos	15
3.5. Protocolo de caracterização de habitats físicos e cálculo das métricas de distúrbio antropogênico	16
3.6. Análise granulométrica e teor de matéria orgânica	18
3.7. Análises de dados	19
4. Resultados.....	20
4.1. Parâmetros físicos e químicos	20
4.2. Comunidade bentônica	23
4.2.1. Abundância.....	23
4.2.2. Biomassa.....	25
5. Discussão.....	28
6. Conclusão	30
7. Referências	31
Anexo	37

1. Introdução

No território brasileiro as regiões semiáridas compreendem uma área de 925.000 km², correspondendo a cerca de 11% do território nacional (Medeiros et al., 2011). A população estimada é de 22 milhões de pessoas, correspondendo a 11,8% da população, sendo considerada a região semiárida mais populosa do mundo (IBGE, 2007).

Em virtude da estiagem que diminui a disponibilidade de água, associada à elevada evaporação e temperatura (Souza et al., 2008), uma solução encontrada para amenizar esse problema, foi uma expansiva construção de reservatórios (Barbosa & Ponzi Jr., 2006). Embora a principal função dos reservatórios seja a geração de energia elétrica, no semiárido brasileiro apresentam como principais funções: o abastecimento de água, irrigação, lazer e produção de alimentos (Tundisi et al., 2008; Nogueira et al., 2010). Com o crescimento cada vez maior da população, os reservatórios vêm sofrendo o processo de eutrofização artificial (ex. ações antrópicas: mineração, assoreamentos, entre outros) (Harper, 1992), o que tem levado a problemas sanitários e propagação de doenças hídricas (Abílio et al., 2007).

Em meio a escassez hídrica, a preocupação com a preservação e conservação ambiental tornam-se cada vez mais eminente, principalmente devido ao fato destes reservatórios servirem como fonte de água para o consumo humano (Diniz, 2010). Estes ecossistemas devem ser preservados e apresentar qualidade de água compatíveis com seus múltiplos usos (Cavalcante, 2012). Deste modo, faz-se necessário desenvolver metodologias específicas para avaliação da qualidade hídrica, com o intuito de obter informações que possam ser utilizadas na conservação destes recursos (Cirilo et al., 2010).

A forma tradicional de avaliação dos ecossistemas aquáticos considera principalmente a utilização de fatores físicos e químicos fornecendo informações momentâneas do ambiente (Goulart & Callisto, 2003). Contudo, este modo de avaliação tem sido acrescido de análises que englobam as características biológicas do sistema (Thompson et al., 2007), onde as comunidades aquáticas podem fornecer informações sobre a saúde do ecossistema (Molozzi et al., 2012). De acordo com a legislação brasileira, através da Lei 9.433/97, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, e a Resolução do CONAMA 357/05 artigo 8º parágrafo 3º, a qualidade de água pode ser avaliada por indicadores biológicos.

Bioindicadores têm sido utilizados como ferramentas que possibilitam uma avaliação da integridade biótica dos ecossistemas aquáticos (Barbour et al., 1996; Bonada et al., 2006). Vários grupos de organismos como: peixes, algas, protozoários e macroinvertebrados bentônicos têm sido utilizados na avaliação de impactos ambientais, pelo fato de serem

sensíveis a alterações de origem antrópica nos mais diversos tipos de sistemas aquáticos (marinhos, de água doce e de água de transição) (Pinna et al., 2013).

Dessa forma, os macroinvertebrados bentônicos constituem um grupo de grande relevância ecológica em ambientes aquáticos, tendo em vista sua participação nas cadeias alimentares, sendo um dos principais elos das estruturas tróficas dos ecossistemas aquáticos (Abellán et al., 2006). Esta comunidade apresenta características que viabilizam sua utilização em estudos ecológicos, tais como: diversidade de formas de vida e habitats, mobilidade limitada, grande número de espécies, possibilidade de toda a comunidade responder a alterações do ambiente e espécies com ciclo de vida longo (Brandimarte et al., 2004). Em virtude desses atributos, estes organismos possibilitam o fornecimento de informações de alterações esporádicas, cumulativas e crônicas do ambiente (Barbour et al., 1995; Gorni & Alves, 2012).

A utilização da biomassa na avaliação da qualidade ambiental se faz importante para tentar compreender os impactos antropogênicos que os ecossistemas aquáticos sofrem. Uma vez que esta expressa a capacidade de acumulação de energia e nutrientes pelos seres vivos em interação com as variáveis ambientais (Moreira-Burger; Delitti, 1999; Lima, 2009). Desta forma, além da diversidade taxonômica, a biomassa pode ser também uma importante ferramenta ecológica, podendo descrever a estrutura e a distribuição das comunidades (Begon et al., 1996).

Embora a biomassa seja um importante instrumento na avaliação da qualidade ambiental de sistemas aquáticos, existem poucos estudos que utilizam a biomassa da comunidade bentônica em sua distribuição e avaliação nos ecossistemas brasileiros (Nessimian 1995; Cleto-Filho & Arcifa 2006; Fukuara et al., 1987; Callisto et al., 2002; Takahashi et al., 2008; Molozzi et al., 2011). Callisto et al., (2002), afirmam que a biomassa dos organismos, em programas de biomonitoramento, é uma importante ferramenta ecológica para verificar a presença de poluição. Tendo em vista que através da avaliação da biomassa se pode identificar as potencialidades e as fragilidades dos ecossistemas aquáticos estudados, assim como avaliar impactos sofridos em consequências de ações antrópicas. Sendo este trabalho importante para futuros projetos de manejo e conservação de reservatórios no Semiárido.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade ambiental de reservatórios do semiárido utilizando a biomassa de macroinvertebrados bentônicos como indicador biológico.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se a biomassa de macroinvertebrados bentônicos responde aos diferentes níveis de ação antropogênica em reservatórios de região Semiárida;
- Analisar a abundância dos macroinvertebrados bentônicos em reservatórios de região Semiárida;
- Comparar as variáveis físicas e químicas da água em reservatórios de região Semiárida.

3. Material e Método

3.1 Área de estudo: Caracterização da Bacia do Rio Paraíba

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba (Figura 1) compõe o conjunto das 11 bacias presentes no estado da Paraíba, sendo considerada uma das mais importantes do semiárido nordestino. Apresenta uma área de 20.071,83 km², está compreendida entre as latitudes 6°51'31'' e 8°26'21'' Sul e as longitudes 34°48'35'' e 37°2'15'' Oeste de Greenwich. É a segunda maior bacia do estado da Paraíba, sendo formada pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do alto, médio e baixo curso do rio Paraíba (AESAs, 2012).

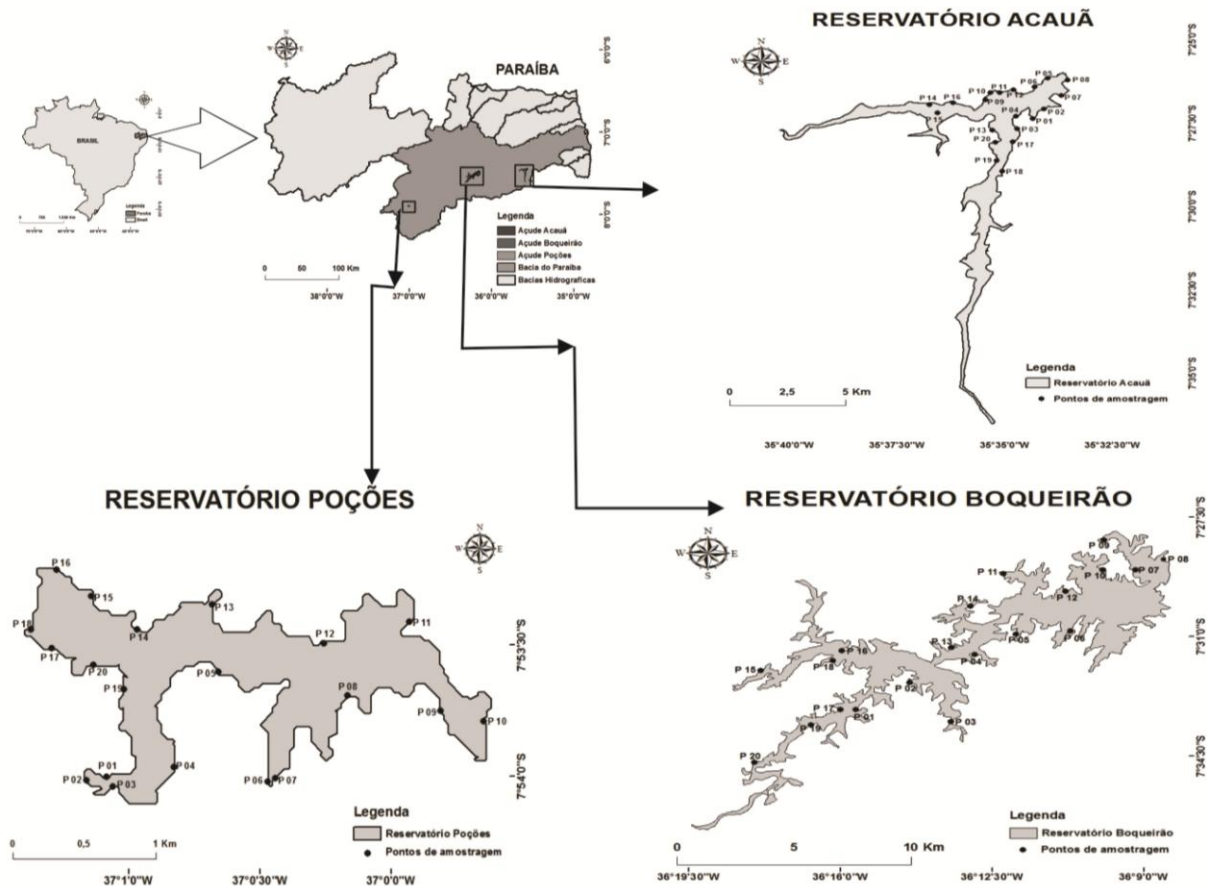


Figura 1: Localização geográfica dos reservatórios e dos pontos de amostragem ao longo dos reservatórios Poções, Epitácio Pessoa e Argemiro de Figueiredo pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil.

O Reservatório Poções (Figura 1) é o primeiro a compor a sequência de reservatórios na Bacia do Rio Paraíba, está situado no riacho Mulungu pertencente à sub-bacia do alto Paraíba, com uma capacidade de acumulação máxima de 29.861.562m³ e drenando uma área

de 656km² (Tabela 1). Sendo seu potencial hídrico é utilizado para múltiplos fins: pesca, irrigação, abastecimento, dessedentação de rebanhos e lazer (AESAs, 2012). É importante ressaltar que este será o receptor do canal de transposição do eixo leste do rio São Francisco para o Estado da Paraíba.

O reservatório Epitácio Pessoa situa-se na divisa entre o alto e médio Paraíba, com uma bacia hidráulica de 26.784 ha e capacidade de acumulação máxima de 411.686.287 m³, segundo maior do estado (Tabela 1). Sua principal utilização se dá para fins de abastecimento (20 municípios no estado), mas ainda verificam-se outras atividades, como: irrigação, pesca para comercialização e turismo (AESAs, 2012).

O reservatório Argemiro de Figueiredo localiza-se entre as regiões do médio e baixo rio Paraíba, com uma bacia hidráulica de 2.300 ha de área e capacidade de acumulação máxima de 253.000,000 m³, sua principal finalidade é o abastecimento das populações, mas ainda verificam-se outras atividades, como: irrigação e pesca (AESAs, 2012).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região do Alto Paraíba é do tipo semiárido quente, com estação seca atingindo um período que compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias em torno de 400 mm. As oscilações de temperatura atingem mínimas mensais de 18 a 22 °C entre os meses de julho e agosto, e máximas mensais de 28 a 31 °C entre os meses de novembro e dezembro (AESAs, 2010). A umidade relativa do ar atinge uma média mensal de 60 a 75%, sendo observados a ocorrência de valores máximos no mês de junho e os mínimos no mês de dezembro.

Tabela 1: Dados de caracterização dos reservatórios Poções, Epitácio Pessoa e Argemiro de Figueiredo, localizados na bacia hidrográfica do Rio Paraíba (AESAs, 2012), (Adaptado de Azevêdo, 2013).

Reservatórios	Poções	Epitácio Pessoa	Argemiro de Figueiredo
Localização	7° 53' 38" S 37° 0' 30" W	7° 29' 20" S 36° 17' 3" W	7° 27,5' 3" S 35°35' 52,6" W
Capacidade (m ³)	29.861.562	418.088.514	253.000.000
Volume % (Dezembro 2011)	51,50	90,80	81,60
Ano de Construção	2001	1956	1982
Tempo de residência (em anos)	3-5	3-5	3-5

3.2 Desenho Amostral

Foram distribuídos 20 pontos de amostragem para caracterização da comunidade bentônica na região litorânea em cada reservatório (Figura 1), totalizando 60 locais de amostragem considerando os três reservatórios. As coletas foram realizadas no período de maior volume hídrico (Dezembro 2011) e menor volume hídrico (Julho de 2012).

3.3 Macroinvertebrados Bentônicos

As amostras de macroinvertebrados bentônicos foram coletadas com auxílio de draga Van Veen (477cm²), foram acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em formol a 4%. Em laboratório as amostras foram lavadas em peneiras de malha 1 mm e 0,50 mm e armazenadas em recipientes plásticos com álcool 70 %. Em seguida as amostras foram triadas em bandejas iluminadas contendo água. O procedimento de identificação foi realizado com auxílio de estereoscópio de luz e de bibliografias especializadas (Mugnai et al., 2010; Ward & Whipple, 1959; Hawking & Smith, 1997). As larvas de Chironomidae (Díptera, Insecta) foram identificadas ao nível de gênero (Trivinho-Strixino, 2011 e Trivinho-Strixino & Strixino, 1995).

Para obtenção dos dados da biomassa dos macroinvertebrados bentônicos, os espécimes foram submetidos à pesagem em balança analítica de precisão de 0,0001g e levados a estufa por 72h a 60°C para secar e novamente serem pesados. No caso do Filo Mollusca, após este processo de pesagem, estes foram inseridos na mufla e incinerados a 500 °C por 4 horas e novamente pesados.

3.4 Parâmetros físicos e químicos

Algumas variáveis físicas e químicas foram mensuradas “*in situ*”: transparência da água com disco de Secchi, e com auxílio de um multi-analizador (Horiba/U-50) foi mensurada temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg/L^{-1}), sólidos totais dissolvidos (TDS) e salinidade.

As amostras de água para análise das concentrações de nutrientes foram coletadas na sub-superfície da coluna d'água na região litorânea, armazenadas em garrafas plásticas e resfriadas até chegar ao laboratório. No laboratório foi realizada análise de alcalinidade total

pelo método titulométrico (Mackereth et al., 1978) e filtragem das amostras com filtros Whatman GF/C. As concentrações de nutrientes dissolvidos foram analisadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (APHA, 1992).

3.5 Protocolo de caracterização de habitats físicos e cálculo das métricas de distúrbio antropogênico

O protocolo de caracterização de habitats físicos foi desenvolvido pela Environmental Protection Agency (US-EPA, 2011). Este foi utilizado na caracterização dos aspectos físicos do habitat e perturbação antrópica. Sendo aplicados “*in situ*” 10 protocolos de caracterização de habitats físicos em cada ponto de amostragem, totalizando 600 protocolos para cada reservatório amostrado, com o objetivo de estabelecer os locais com menor e maior grau de distúrbio antropogênico.

As informações foram obtidas de três zonas: litorânea (10 m de largura por 15 m de comprimento), inundável (15 m de largura com comprimento variável) e ripária (15 m de comprimento por 15 m de largura). Sendo utilizadas nesse estudo apenas informações em relação a perturbações humanas nos reservatórios. Com a aplicação desse protocolo foram avaliados os tipos de influências humanas nos ecossistemas aquáticos como: presença de construções, comércios, rampa/praias artificiais, presença de barcos, linhas de transmissão, muros, diques, lixo ou entulho, rodovias ou ferrovias, plantação de grãos, pastagens, pomar, parque/gramado, entre outras influências humanas que poderiam ser detectadas no momento da amostragem, de acordo com o trabalho de (Azevêdo, 2013).

O cálculo das métricas de distúrbio foi realizado considerando a perturbação ausente, dentro ou fora da parcela analisada, onde a perturbação ausente corresponde a peso 0, a perturbação dentro da parcela recebe peso 1 e a perturbações adjacentes à parcela analisada recebe peso 0,5, em seguida os valores são ponderados para o cálculo final da métrica descrita em Kaufmann et al., (2011, in press). Dessa forma, o índice que compõe a métrica final apresenta valores que variam de 0 a 1. Considerando que valores menores indicam menor grau de distúrbio e valores maiores, distúrbios mais intensos.

Nos reservatórios estudados, de acordo com Azevêdo (2013), os valores das métricas promoveram a classificação dos locais de amostragem em três categorias que variaram de 0 a 1. Os valores das métricas de 0 a 0,3 indicaram locais com menor grau de distúrbio antropogênico, valores de 0,3 a 1, classificaram os locais com grau de distúrbio mais intenso.

Este estudo avalia a biomassa nos reservatórios de acordo com a classificação realizada por Azevêdo (2013).

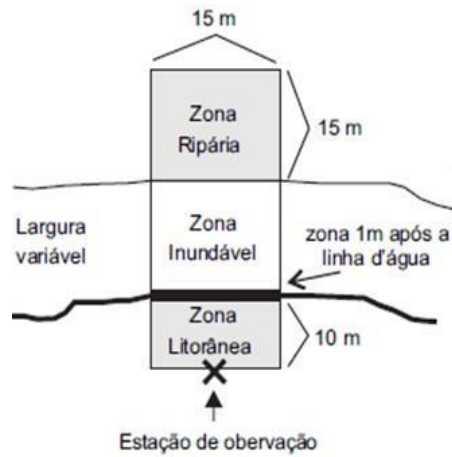


Figura 2: Protocolo de caracterização de habitats físicos (US-EPA, 2012), utilizado na caracterização dos locais amostrados.

A avaliação da biomassa dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada considerando a classificação dos locais de amostragem nos reservatórios realizada por (Azevêdo, 2013), culminando com a formação de dois grupos de locais de amostragem, grupo de menor distúrbio (grupo 1) e grupo de maior distúrbio antropogênico (grupo 2) (Figura 3).

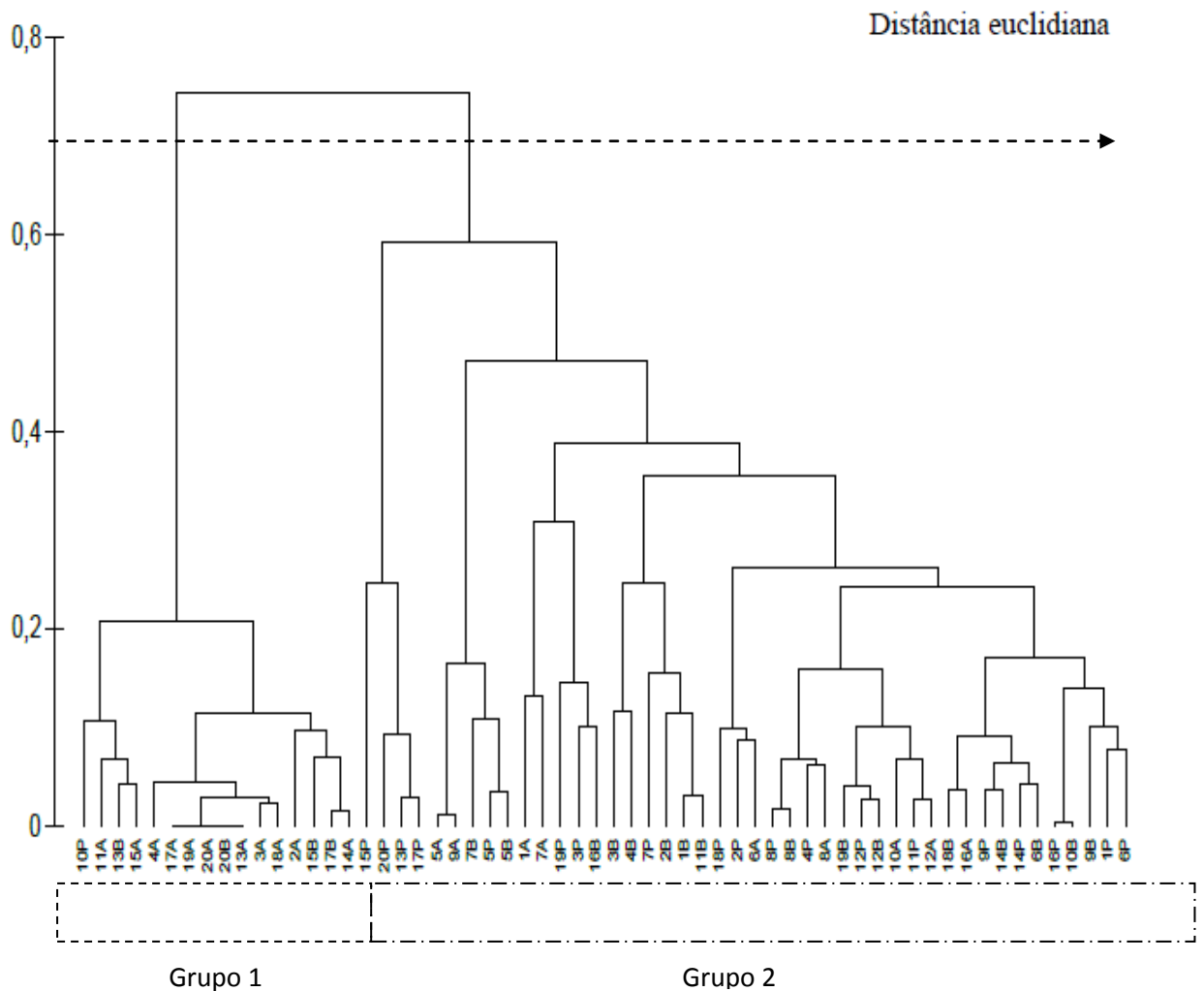


Figura 3: Agrupamento dos locais de amostragem considerando os três reservatórios em estudo, de acordo com os valores das métricas de distúrbio na zona inundável (RDis_IX Inund) e zona ripária (RDis_IX Rip), onde o grupo 1 representa locais com menor distúrbio (10P à 14A) e o grupo 2 locais com maior distúrbio (15P à 6P) de acordo com (Azevêdo, 2013).

3.6 Análise granulométrica e teor de matéria orgânica

O método de peneiramento foi utilizado para avaliar a composição granulométrica, segundo a metodologia proposta por Suguio (1973), modificada por Callisto & Esteves (1996). As amostras de sedimento foram secas em estufa a 60°C durante 72h e em seguida foram fragmentadas e agitadas em peneiras de malha (16,00; 4,00; 1,00; 0,50; 0,125 e 0,062 mm).

Sendo realizado o método gravimétrico para determinar as porcentagens de matéria orgânica. Uma alíquota de 0,3g foi calcinada a 550°C por 4h em forno mufla, após o

procedimento a amostra foi pesada e calculada a diferença entre o peso inicial e após a calcinação.

3.7 Análises de dados

Para avaliar o agrupamento das métricas de distúrbio na zona inundável (*RDis_IX inun.*) e zona ripária (*RDis_IX Rip*) em relação aos pontos de amostragem, Azevêdo (2013) realizou uma análise de agrupamento, utilizando distância euclidiana (CLUSTER). A análise dos dados e da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas obedecendo ao agrupamento inicial formado pelos locais de amostragem, separados pelos valores das métricas de distúrbio na zona ripária e zona inundável (*RDis_IX Rip.* e *RDis_IX inun.*), de acordo com (Azevêdo, 2013).

Para verificar a existência de diferenças significativas da biomassa, abundância e parâmetros ambientais, entre os locais de amostragem com menor grau de distúrbio e maior grau de distúrbio antropogênico, foi realizada uma análise de significância, PERMANOVA utilizando 999 randomizações onde $p \leq 0,05$ (Permutational Multivariate Analysis of Variance; Anderson et al., 2008). Assim, foram definidos os seguintes fatores: Grupos (maior e menor distúrbio) e o volume hídrico (dois níveis: maior volume hídrico e menor volume hídrico). A “Distância euclidiana” foi utilizada como medida de dissimilaridade para os parâmetros ambientais, e “Bray Curtis” para os parâmetros biológicos, sendo consideradas diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

Os dados ambientais foram normalizados e posteriormente transformados em ($\log x+1$), e os dados biológicos foram transformados em raiz quarta e tratados com distância de Bray-curtis, seguindo o agrupamento de acordo com a formação de grupos para as métricas e realizada PERMANOVA para verificar a existência de diferença significativa entre os grupos de pontos de amostragem e os gêneros de Chironomidae (Díptera, Insecta).

Para visualização dos grupos formados pelas variáveis físicas e químicas foi realizada, tanto para os grupos como para a diferença entre os períodos de amostragem, a espacialização dos dados através de escalonamento não métrico multidimensional nMDS, (Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS) (Clarke & Gorley, 2006). No caso da biomassa para visualização dos grupos de distúrbios, foi utilizada o box-plot (Statística 7.0). As análises estatísticas foram realizadas no programa PRIMER-6 + PERMANOVA (Systat Software, Cranes Software International Ltd. 2008) e no Statística 7.0 (Statsoft, inc, 2004).

4. Resultados

4.1 Parâmetros físicos e químicos

Considerando os períodos de menor e maior volume hídrico nos reservatórios, ocorreram diferenças significativas entre os períodos, no período de maior volume hídrico (2011) (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,59} = 4,5312$; $p=0,001$) (Figura 4). No período de menor volume hídrico (2012) não houve diferença significativa entre os grupos de menor e maior distúrbio (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,59} = 3,0349$; $p=0,005$) (Figura 5).

A nMDS para os dados ambientais dos reservatórios, considerando os dois grupos de distúrbio, mostra que os mesmos estão agrupados separadamente pelas variáveis abióticas (stress: 0,13). (Figura 6).

Os valores da temperatura evidenciaram que tanto o grupo de menor distúrbio como o grupo de maior distúrbio apresentaram águas relativamente quentes. A temperatura da água foi menor no grupo de menor distúrbio ($28,09^{\circ} \pm 1,35$) para o período de menor volume, sendo maior no grupo de maior distúrbio ($28,61^{\circ} \pm 1,39$), no período de maior volume hídrico.

O fósforo total apresentou concentrações expressivas no grupo de menor distúrbio, tanto no período de menor volume ($562,17\mu\text{g/L} \pm 191,54$), como no período de maior volume ($637,5\mu\text{g/L} \pm 434,48$). Contudo, no grupo de maior distúrbio, a concentração de fósforo total foi maior, nos períodos de menor e maior volume respectivamente ($798,72\mu\text{g/L} \pm 389,62$) e ($1009,77\mu\text{g/L} \pm 378,16$). Assim como as concentrações de fosfato, íon amônio e o nitrato, também apresentaram concentrações elevadas no grupo de maior distúrbio (Tabela 2).

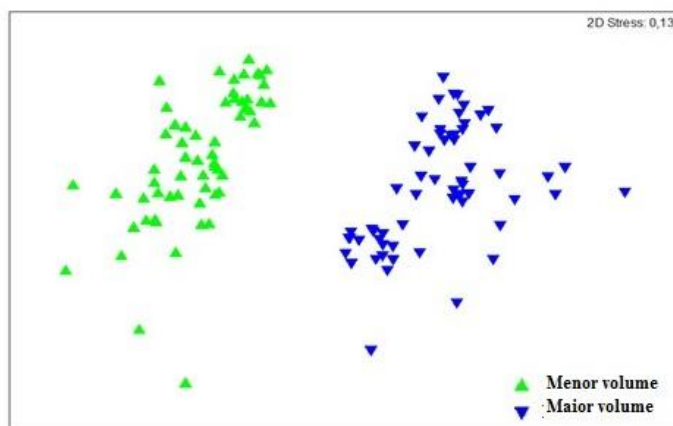


Figura 4: Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial dos parâmetros físicos e químicos entre os períodos de menor e maior volume.

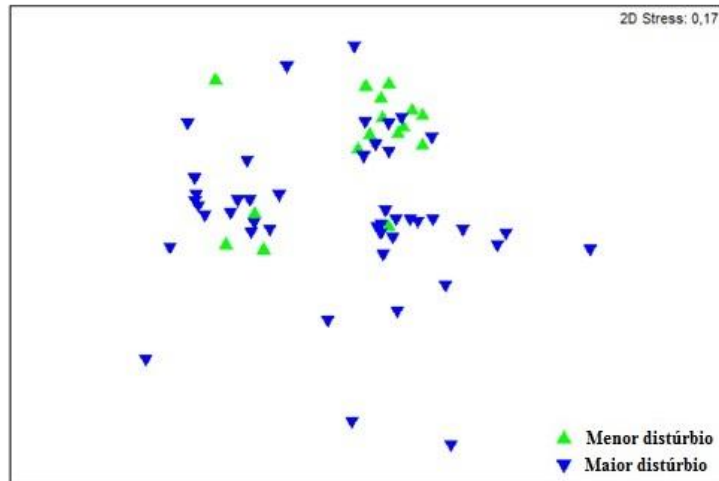


Figura 5: Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial para os grupos de menor distúrbio e maior distúrbio no período de menor volume hídrico (2012), utilizando os valores das métricas de distúrbio antropogênico.

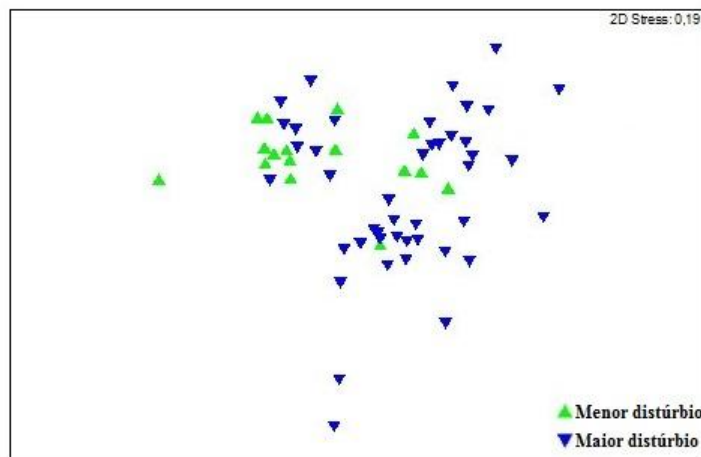


Figura 6: Análise “Non-metric Multi-Dimensional Scaling, nMDS” mostrando a distribuição espacial para os grupos de menor e maior distúrbio no período de maior volume hídrico (2011), utilizando os valores das métricas de distúrbio antropogênico.

Tabela 2: Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas nos grupos de menor e maior distúrbio, de acordo com os parâmetros estabelecidos por (Azevêdo, 2013), nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, amostrados no ano de 2011/2012.

Reservatório	Menor Distúrbio		Maior Distúrbio	
	Menor volume	Maior volume	Menor volume	Maior volume
Estação				
Temperatura da água (°C)	28,09 ± 1,35	28,90 ± 1,12	26,51 ± 1,55	28,61 ± 1,39
pH	9,45 ± 0,46	8,10 ± 0,30	9,12 ± 0,48	7,99 ± 0,40
Ortofosfato (mV)	118,31 ± 23,13	197,50 ± 21,61	112,61 ± 25,20	184,63 ± 30,11
Condutividade elétrica (µS/cm ⁻¹)	1,14 ± 0,15	1,01 ± 0,15	1,03 ± 0,15	0,85 ± 0,13
Turbidez (NTU)	73,93 ± 78,05	116,80 ± 97,39	112,65 ± 133,19	129,10 ± 160,40
Oxigênio Dissolvido (mg/L ⁻¹)	8,66 ± 1,15	9,64 ± 0,97	8,31 ± 1,20	8,96 ± 2,33
Sólidos Totais dissolvidos (mg/L ⁻¹)	0,72 ± 0,10	0,64 ± 0,09	0,66 ± 0,09	0,54 ± 0,08
Salinidade (%)	0,05 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00
Alcalinidade (mg)	22,06 ± 4,53	21,37 ± 3,96	25,04 ± 7,82	21,61 ± 6,21
Fósforo Total (µg/L ⁻¹)	562,17 ± 191,54	637,50 ± 434,48	798,72 ± 389,62	1009,77 ± 378,16
Fosfatos (µg/L ⁻¹)	181,54 ± 30,69	55,87 ± 83,18	232,31 ± 168,83	191,15 ± 170,93
Nitrogênio total (µg/L ⁻¹)	352,64 ± 603,34	907,07 ± 356,37	246,23 ± 294,59	874,90 ± 584,52
Íon Amônio (µg/L ⁻¹)	32,26 ± 7,06	53,57 ± 72,86	33,35 ± 6,14	124,63 ± 155,04
Nitrito (µg/L ⁻¹)	10,32 ± 1,08	31,31 ± 11,63	12,39 ± 4,76	41,50 ± 13,29
Nitrato (µg/L ⁻¹)	128,60 ± 19,11	5,07 ± 2,23	204,60 ± 273,40	8,44 ± 5,90
Matéria orgânica	2,64 ± 2,98	0,03 ± 0,02	5,04 ± 3,73	0,05 ± 0,04
% Cascalho (4m-2mm)	167,58 ± 136,91	1,16 ± 0,25	152,25 ± 164,59	1,28 ± 0,25
% Areia grossa (2- 0.50mm)	95,77 ± 56,76	1,31 ± 0,18	125,13 ± 95,85	1,32 ± 0,09
% Areia Média (0,250-1mm)	83,36 ± 48,10	1,44 ± 0,06	68,32 ± 42,67	1,38 ± 0,08
% Areia Fina (0,50 - 0,062mm)	79,23 ± 61,24	1,43 ± 0,07	69,57 ± 51,58	1,39 ± 0,12
% Silte/argila (<0,62 mm)	187,13 ± 138,31	1,45 ± 0,11	93,18 ± 92,23	1,43 ± 0,11

4.2 Comunidade Bentônica

4.2.1 Abundância de Macroinvertebrados

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi representada por 11145 organismos distribuídos em 23 táxons (Tabela 4). No grupo de menor distúrbio (Grupo 1), o organismo mais representativo foi à espécie exótica de molusco *Melanoides tuberculatus*, tanto no período de menor volume ($448,93 \pm 709,13$) como no período de maior volume ($166,31 \pm 165,97$). No grupo de maior distúrbio (Grupo 2), este molusco também predominou no período de menor volume ($341 \pm 409,05$), assim como também no período de maior volume ($153,95 \pm 162,27$). Sendo ainda registrada a presença de outro molusco exótico, *Corbicula largillietii* (Philippi, 1844) (Azevêdo et al. 2014) (Tabela 4).

Além da espécie supracitada, foram encontrados no período de menor volume no grupo de menor distúrbio os seguintes organismos: ($16,31 \pm 65,25$) de Hirudínea e ($17,81 \pm 53,30$) do Díptera *Goeldichironomus* (Fittkau, 1965). No período de maior volume ainda no grupo de menor distúrbio a comunidade foi representada ($2,25 \pm 7,990$) por Oligochaeta, e ($1,25 \pm 2,97$) pelo Díptera *Goeldichironomus*.

No grupo de maior distúrbio, no período de menor volume hídrico, além da espécie de *M. tuberculatus*, ($6,95 \pm 34,19$) foi representado por Oligochaeta e pelo Díptera *Goeldichironomus* ($36,02 \pm 116,40$). No período de maior volume hídrico a comunidade esteve representada por cerca de ($6,93 \pm 34,59$) de *Goeldichironomus* e pelo gênero *Chironomus* ($13,06 \pm 53,50$).

Houve diferenças significativas em relação à abundância de macroinvertebrados bentônicos considerando os grupos de menor e maior distúrbio (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1,119}=4,1209$; $p=0,002$).

Tabela 3: Média e desvio padrão para abundância (nº de indivíduos) nos dois grupos de maior e menor distúrbio, de acordo com os parâmetros estabelecidos por Azevedo et al., (2013), nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, amostrados no ano de 2011/2012.

COMUNIDADE BENTÔNICA	Menor Distúrbio		Maior Distúrbio	
	Menor volume	Maior volume	Menor volume	Maior volume
MOLLUSCA				
	448,93 ± 709,13	166,31 ± 165,97	341 ± 409,05	153,95 ± 162,27
<i>Melanoide tuberculatus</i> , Müller, 1774				
<i>Corbicula largilieri</i> , Philippi, 1844	0,12 ± 0,50	*	0,20 ± 0,70	0,02 ± 0,15
Planorbidae	0,75 ± 3	*	3,15 ± 6,77	2 ± 5,32
ANNELIDA				
Oligochaeta	6,37 ± 14,20	2,25 ± 7,99	6,95 ± 34,19	3,93 ± 14,09
Hirudínea	16,31 ± 65,25	0,062 ± 0,25	3,13 ± 20,34	0,45 ± 1,20
DIPTERA				
Ceratopogonidae	*	0,062 ± 0,25	0,11 ± 0,49	*
Chironomidae (Diptera)				*
<i>Goeldichironomus</i> , Fittkau, 1965	17,81 ± 53,30	1,25 ± 2,97	36,02 ± 116,40	6,93 ± 34,59
<i>Fissimentum</i> , Cranston; Nolte, 1996	*	0,375 ± 1,50	0,11 ± 0,49	0,04 ± 0,30
<i>Parachironomus</i> , Lenz, 1921	*	*	0,34 ± 1,97	0,04 ± 0,21
<i>Aedokritus</i> , Roback, 1958	0,18 ± 0,40	0,875 ± 2,24	0,90 ± 4,67	0,04 ± 0,30
<i>Coelotanypus</i> , Kieffer, 1913	*	*	3,04 ± 9,24	4,93 ± 16,10
<i>Clinotanypus</i> , Kieffer, 1913	*	*	*	0,02 ± 0,15
<i>Cladopelma</i> , Kieffer, 1921	*	0,062 ± 0,25	*	*
<i>Chironomus</i> , Meigen, 1803	*	0,062 ± 0,25	0,52 ± 1,57	13,06 ± 53,50
<i>Asheum</i> , Sublette & Sublette, 1983	*	0,062 ± 0,25	*	*
ODONATA				
Libellulidae	*	*	0,045 ± 0,21	0,11 ± 0,38
Gomphidae		0,187 ± 0,54	*	0,06 ± 0,25
Coenagrionidae	*	*	0,04 ± 0,21	0,04 ± 0,21
HETEROPTERA				
Corixidae	0,06 ± 0,25	*	1,84 ± 6,44	0,02 ± 0,15
Notonectidae	*	*	0,02 ± 0,15	*
EPHEMEROPTERA				
Baetidae	*	0,062 ± 0,25	*	*
CRUSTACEA				
Decápoda	0,12 ± 0,50	1,562 ± 4,45	0,81 ± 3,51	0,34 ± 1,29
Riqueza	9	13	17	17

4.2.2 Biomassa

A biomassa da fauna bentônica no grupo de maior distúrbio foi representada em grande quantidade pelas espécies exóticas: *Melanoides tuberculatus* ($64,39 \pm 66,36$) e em menor proporção por *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) ($1,11 \pm 5,21$), seguido pelo Díptera *Chironomus* ($0,11 \pm 0,46$) no período de menor volume hídrico (Figura 8). No período de maior volume hídrico (Figura 7), *M. tuberculatus* representou ($31,12 \pm 14,20$) da comunidade bentônica, seguido por Planorbidae ($7,43 \pm 11,68$) e *Chironomus* ($0,07 \pm 0,28$).

No período de menor distúrbio, a biomassa do gastrópode exótico *M.tuberculatus* (Müller, 1774) ($66,73 \pm 49,40$) foi dominante em relação à biomassa dos outros táxons seguido por Oligochaeta ($0,02 \pm 0,04$) e por *Fissimentum* ($0,01 \pm 0,04$), no período de menor volume. No período de maior volume hídrico, no grupo de menor distúrbio, foi verificada a dominância do molusco *M. tuberculatus* ($29,05 \pm 12,69$), seguido por *Gomphidae* ($0,05 \pm 0,14$) e por *Goeldichironomus* ($0,03 \pm 0,08$).

A biomassa da família Chironomidae, foi representada por nove gêneros de Díptera distribuídos entre os grupos de menor distúrbio e de maior de distúrbio, nos dois períodos amostrados sendo eles: *Goeldichironomus*, *Fissimentum*, *Parachironomus*, *Aedokritus*, *Coelotanypus*, *Clinotanypus*, *Cladopelma*, *Chironomus*, e *Asheum* (Tabela 3).

Considerando os dois períodos de amostragem, no grupo de menor distúrbio foram identificados os seguintes gêneros: *Goeldichironomus*, *Fissimentum*, *Aedokritus*, *Cladopelma*, *Chironomus* e *Asheum*. No grupo de maior distúrbio, os mesmos gêneros estiveram presentes com exceção de *Cladopelma* (Tabela 3). No período de menor volume hídrico (2012) não houve diferença significativa da biomassa entre os grupos de distúrbio considerando o molusco *M. tuberculatus* (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 0,79231$; $p=0,484$). Mesmo excluindo o molusco *M. tuberculatus* não foi verificada diferença significativa (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 0,9865$; $p=0,436$) entre os períodos de amostragem.

No período de maior volume hídrico (2011), houve diferença significativa da biomassa entre os grupos de distúrbio quando considerado o molusco exótico *M. tuberculatus* (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 3,3085$ $p= 0,02$). Assim como também realizando a análise excluindo esse molusco, o resultado foi significativo (PERMANOVA: Pseudo- $F_{1, 59} = 2,3638$ $p= 0,004$).

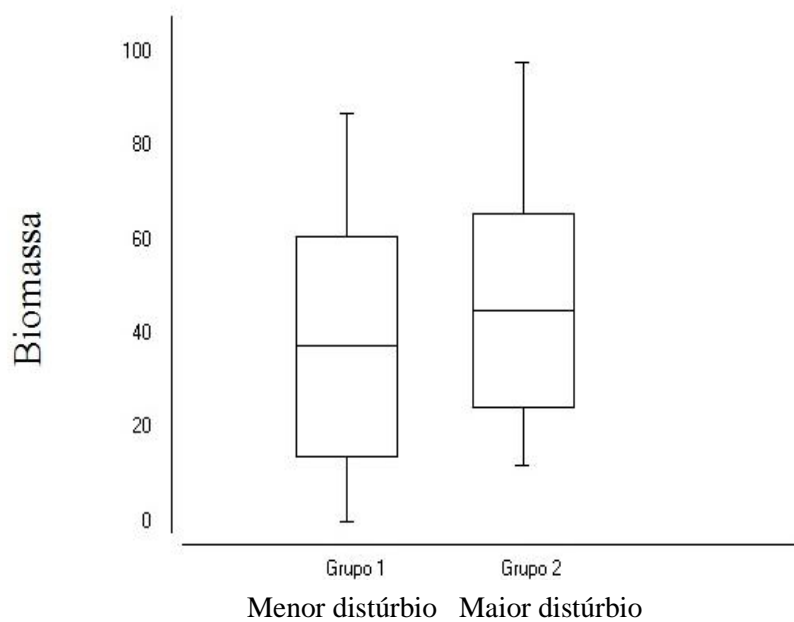


Figura 7: Box-plot da biomassa de macroinvertebrados bentônicos no período de maior volume hídrico (2011), considerando os locais com menor e maior distúrbio antropogênico nos reservatórios da região semiárida.

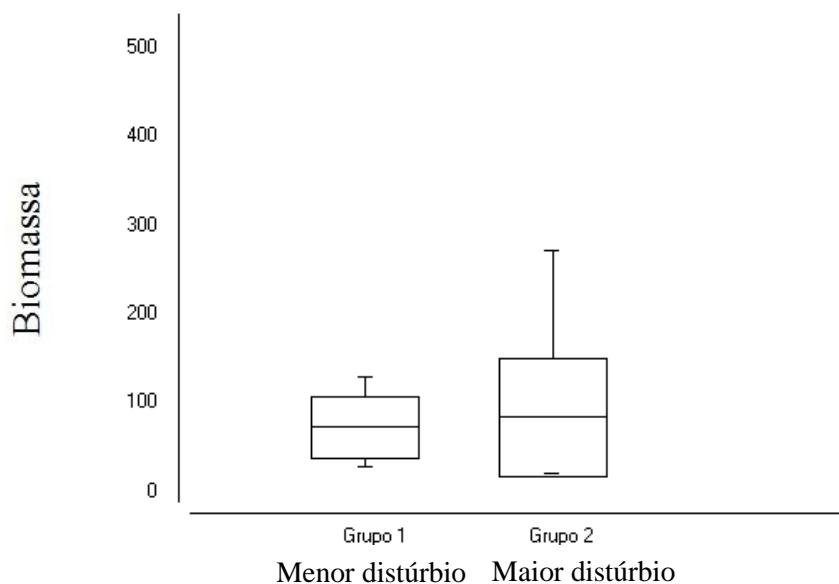


Figura 8: Box-plot da biomassa de macroinvertebrados bentônicos no período de menor volume hídrico (2012), considerando os locais com menor e maior distúrbio antropogênico nos reservatórios da região semiárida.

Tabela 4: Média e desvio padrão para biomassa (m.g²) nos dois grupos de maior e menor distúrbio, nos períodos de menor volume hídrico e maior volume hídrico, amostrados no ano de 2011/2012.

COMUNIDADE BENTÔNICA	Menor Distúrbio		Maior Distúrbio	
	Menor volume	Maior volume	Menor volume	Maior volume
MOLLUSCA				
		29,05 ±		
<i>Melanoide tuberculatus</i> , Müller, 1774	66,73 ± 49,40	12,69	64,39 ± 66,36	31,12 ± 14,20
<i>Corbicula largilieri</i> , Philippi, 1844	*	*	1,11 ± 5,21	*
Planorbidae	*	*	*	7,43 ± 11,68
ANÉLIDA				
Oligochaeta	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,05	0,02 ± 0,05	0,02 ± 0,06
Hirudínea	0,005 ± 0,02	*	0,004 ± 0,03	0,01 ± 0,03
DIPTERA				
Ceratopogonidae	*	*	0,002 ± 0,01	*
Chironomidae (Diptera)				
<i>Goeldichironomus</i> , Fittkau, 1965	*	0,03 ± 0,08	0,004 ± 0,01	0,03 ± 0,06
<i>Fissimentum</i> , Cranston; Nolte, 1996	0,01 ± 0,04	0,004 ± 0,01	0,009 ± 0,03	0,003 ± 0,02
<i>Parachironomus</i> , Lenz, 1921	*	*	0,002 ± 0,01	0,005 ± 0,02
<i>Aedokritus</i> , Roback, 1958	*	0,03 ± 0,06	0,001 ± 0,01	0,001 ± 0,01
<i>Coelotanypus</i> , Kieffer, 1913	*	*	*	0,03 ± 0,04
<i>Clinotanypus</i> , Kieffer, 1913	*	*	0,007 ± 0,02	0,001 ± 0,01
<i>Cladopelma</i> , Kieffer, 1921	*	0,004 ± 0,01	*	*
<i>Chironomus</i> , Meigen, 1803	0,009 ± 0,03	0,008 ± 0,03	0,11 ± 0,46	0,07 ± 0,28
<i>Asheum</i> , Sublette & Sublette, 1983	0,01 ± 0,03	0,006 ± 0,02	0,005 ± 0,02	*
ODONATA				
Libellulidae	*	*	*	0,01 ± 0,06
Gomphidae	*	0,05 ± 0,14	*	0,02 ± 0,10
Coenagrionidae	*	*	0,009 ± 0,02	0,007 ± 0,02
HETEROPTERA				
Corixidae	*	*	0,002 ± 0,01	0,002 ± 0,01
EPHEMEROPTERA				
Baetidae	*	0,006 ± 0,02	*	*
CRUSTACEA				
Decápoda	*	0,01 ± 0,04	0,004 ± 0,01	0,004 ± 0,02

5. Discussão

A qualidade da água é um fator importante no processo de colonização e estabelecimento de comunidades biológicas em ambientes lênticos ou lóticos (Marques et al., 1999). Analisando o grupo de maior distúrbio, foi observado maiores concentrações de nutrientes em ambos os períodos, maior e menor volume hídrico. O aumento do distúrbio nesses locais está diretamente relacionado às construções humanas, atividades agrícolas no entorno dos reservatórios, criações de animais e desmatamentos, afetando assim a fauna de macroinvertebrados, onde os Chironomidae parecem responder melhor as alterações (Ferreira et al., 2009).

Segundo Abílio et al. (2005, 2007), o aumento no enriquecimento orgânico dos reservatórios no semiárido brasileiro esta diretamente relacionado a presença das lavouras irrigadas, como observado no entorno dos reservatórios estudados. O maior enriquecimento orgânico favorece o aumento da biomassa, em decorrência da elevação da produtividade, tornando possível o aumento da expectativa de vida bem como altas taxas metabólicas dos organismos (Velho et al. 2005).

A distribuição da biomassa entre os indivíduos que compõe uma comunidade esta diretamente relacionada ao seu funcionamento e pode refletir processos bióticos e abióticos básicos do ecossistema (Strayer, 1986). Fato este comprovado com os gêneros de Chironomidae encontrados nos reservatórios estudados onde a biomassa foi uma importante ferramenta para compreender o estado que esses ecossistemas se encontram.

Tomando por base a biomassa de macroinvertebrados como indicador de grau de alteração em ecossistemas aquáticos, pode-se observar que no período de menor volume hídrico no grupo de menor distúrbio, foi verificada a ocorrência de *Oligochaeta* bem como do gênero *Fissimentum*, sendo este um indicador de melhores condições ambientais, devido sua sensibilidade à poluição orgânica, em geral vivem em ambientes pouco impactados (Roque, 2000, Leal et al., 2004).

Ainda no grupo de menor distúrbio no período de maior volume hídrico, além da elevada biomassa de *M. tuberculatus*, a presença do gênero *Goeldichironomus* em menor densidade comparado a sua ocorrência no grupo de maior distúrbio, indica esta uma espécie generalista, mas que em maiores densidade é indicador de ambientes impactados (Leite, 2010).

A elevada biomassa de *M. tuberculatus* em ambos os grupos é preocupante, em virtude da capacidade desse gastrópode causar desequilíbrios no ecossistema, causando

mudanças na estrutura da comunidade bentônica, podendo levar a extinção de espécies nativas (Harkantra & Rodrigues, 2004). Pelo fato de afetar diretamente as comunidades biológicas, em geral, colocam em risco a biodiversidade e o equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos. Além disso, pode também transmitir doenças ao homem, como por exemplo, a paragonimíase que afeta os pulmões. (Santos; Eskinazi-Sant'anna, 2010).

Estudos realizados por Santana et al. (2009), mostraram a associação de poucas espécies, ou de um único grupo dominante de macroinvertebrados à perturbação antrópica. Como encontrado neste estudo, uma elevada predominância das espécies exóticas *M. tuberculatus* e *C. largilliert* em ambos os períodos estudados, principalmente no grupo de maior distúrbio antropogênico. Assim, mudanças nas comunidades aquáticas podem ter sido ocasionadas pelo enriquecimento de nutrientes (Vollenweider & Kerekes, 1982; Navarro et al., 2009), tendo em vista que o aumento de nutrientes oriundos de influência humana reduz a qualidade ambiental do entorno dos reservatórios (Verdonschot et al., 2012; Barbone et al., 2012), como verificado nesse estudo, a partir da avaliação da biomassa, variáveis ambientais e métricas de distúrbio antropogênico.

O grupo de maior distúrbio, no período de menor volume, apresentou biomassa mais representativa de *M. tuberculatus* e em menor proporção por *Corbicula largilliert*, onde altas densidades de *M. tuberculatus* têm sido frequentemente registradas em ecossistemas aquáticos no semiárido do Brasil (Paz et al., 1995; Abílio, 2002; Abílio et al., 2006). Estes táxons podem causar danos a biota local pelo fato de conseguirem se dispersar para outros reservatórios que fazem parte da Bacia do Rio Paraíba, por correntes fluviais e aves aquáticas (Figuerola & Green, 2002). A maior biomassa destes táxons pode ser relacionado aos elevados valores de pH, P-total e NO₃⁻ da água. O pH, neste caso, favorece a formação da concha do molusco com as elevadas concentrações dos íons carbonatos (Abílio et al., 2006, 2007).

A ocorrência destas espécies exóticas aponta para a redução da qualidade destes ecossistemas, considerando que estas espécies são generalistas (Brauns et al., 2007). Desta forma, há um aumento considerável da abundância pelas espécies oportunistas em consequência de um maior enriquecimento orgânico. (Warwick, 1986). O que foi mostrado em outros estudos (Ex: Callisto et al., 2005; Elkarmi; Ismail, 2007; Peso et al., 2011; Molozzi et al., 2013). De acordo com a avaliação da biomassa, 26,6% dos locais de amostragem apresentaram menor distúrbio, 73,4% foram classificados como locais com maior distúrbio.

Ainda no período de menor volume no grupo de maior distúrbio, foi registrada a ocorrência do Díptera *Chironomus*, que de acordo com (Callisto et al., 2001), é um gênero de hábitos detritívoros, ambientes que apresentem uma elevada concentração de detritos orgânicos, seja de origem vegetal ou animal, favorecem o desenvolvimento desse táxon. No período de maior volume do grupo de maior distúrbio, além da ocorrência espécie de *M. tuberculatus* foi registrada também o gênero *Chironomus*, sendo este um indicador de perturbação estando presente em maiores densidades nos locais de amostragem agrupados no grupo de maior distúrbio.

6. Conclusão

A biomassa foi uma boa ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental, contudo para um melhor resultado foi atrelado a ela a avaliação da abundância. O presente estudo mostrou que os valores da biomassa dos gêneros de Chironomidae contribuem na avaliação da qualidade ambiental de reservatórios, onde a maior biomassa de gênero *Fissimentum* foi registrada no grupo de menor distúrbio visto que sua presença se dá em locais pouco impactados, assim como foi registrada a ocorrência do Díptera *Chironomus* no grupo de maior distúrbio, sendo este um forte indicador de ambientes impactados.

São necessários mais estudos avaliando a biomassa para comprovar a eficácia dessa ferramenta na região semiárida, considerando uma maior quantidade de reservatórios localizados em ecorregiões diferenciadas, para uma melhor definição do nível e dos locais de distúrbio e conseqüentemente da qualidade ambiental desses ecossistemas.

7. Referências Bibliográficas

ABELLÁN, P.; SANCHÉZ-FERNÁNDEZ, D.; MILLÁN, A.; BOTELLA, F.; SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A. and GIMÉNEZ, A., 2006. Irrigation pools as macroinvertebrate habitat in a semi-arid agricultural landscape (SE Spain). *Journal of Arid Environments*, v.67, n.2, p.255-269.

ABÍLIO, F.J.P., 2002. Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associados a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, 55 Nordeste do Brasil. São Carlos, São Pulo, 179p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.

ABÍLIO, F.J.P., GESSNER, A.A.F., LEITE, R.L., RUFFO, T.L.M., 2006. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrofico do semi-árido paraibano. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6, 165-180.

ABÍLIO, F.J.P., GESSNER, A.A.F., WATANABE, T., LEITE, R.L., 2005. *Chironomus gr. decorus* (Díptera - Chironomidae) e outros insetos aquáticos de um açude temporário do semi-árido paraibano. *Revista Entomologia y Vetores*, Rio de Janeiro 12, 233-242.

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* 11, 397-409.

AESA., 2010. Comitê do Rio Paraíba. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

ANDERSON, MJ, GORLEY, RN. and CLARKE, KR., 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E. Plymouth.

APHA, AWWA & WPCF., 1992. Standard methods for the examination of waster and waster-water. 18 ed. New York, APHA/AWWA/WPCF, p. 1193.

AZEVEDO, EL., BARBOSA., JEL., CALLISTO. M. and MOLOZZI, J., Macroinvertebrados bentônicos indicadores de qualidade ambiental de reservatórios na região semiárida. *Dissertação de mestrado*, p. 73.

BARBONE, E.; ROSAT, L., REIZOPOULOU, S., BASSET, A., 2012. Linking classification boundaries to sources of natural variability in transitional waters: A case study of benthic macroinvertebrates. *Ecological Indicators* 12, 105–122.

BARBOSA, J. M.; PONZI JR. M., 2006. Arranjos Produtivos no Sertão Nordestino: Aquicultura e Pesca. *Revista Brasileira de Engenharia e Pesca*. v. 1. p.31-37.

BARBOUR, M. T., GERRITSEN, J., GRIFFIH, G. E., FRYDENBOURG, R., MCCARRON, E., WHIT, J. S. AND BASTIAN, N. L., 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*.15: 185-211.

- BARBOUR, M.T., STRIBLING, J.B., KARR, J.R., 1995. Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition, chap. 6 of Davis, W.S. and Simon, T.P., eds. Biological assessment and criteria-Tools for water resources planning and decision making: Boca Raton, Fla., Lewis Publishers, p. 63-77.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R., 1996. Ecology: individuals, population and communities, 3 ed. New York: Blackwell Science, 1068 p.
- BONADA, N., Prat, N., Resh, V. & Statzner, B., 2006. Developments in aquatic insects biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. Annual Review of Entomology 51:495-523.
- BRANDIMARTE, A.L., SHIMIZU, G.Y., ANAYA, M., KUHLMANN, M.L., 2004. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Ed.). Amostragem em limnologia. Rio de Janeiro. 213-230.
- BRAUNS, M., GARCIA, X.F., WALZ, N., 2007. Effects of human shoreline development on littoral macroinvertebrates in lowland lakes. Journal of Applied Ecology 44, 1138-1144.
- CALLISTO, M. MORENO, P., GONCALVES, J., FONSECA, J., ESTEVES, F., 2002. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology 62, 77-84.
- CALLISTO, M., ESTEVES, F., 1996. Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural. Acta limnologica Brasiliensia 8, 115-126.
- CALLISTO, M., GOULART, M., BARBOSA, F. and ROCHA, O., 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, no. 2, p. 229-240.
- CALLISTO, M., MORENO, P., BARBOSA, F., 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. Brazilian Journal of Biology 61, 259-266.
- CIRILO, J. A., MONTENEGRO, S.M.G.L., CAMPOS, J.N.B., A questão da água no semiárido brasileiro. 2010. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B., 2010. (Org.). Águas do Brasil análises estratégicas. 1 ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 1, 81-91.
- CLARKE, K.R. and GORLEY, R.N., 2006. Primer v6: USER Manual Tutorial PRIMER-E: Plymouth, p. 75-88.
- CLETO-FILHO, S. E. N.; ARCIFA, M. S., 2006. *Horizontal distribution and temporal variation of the zoobenthos of a tropical Brazilian lake*. In Acta Limnol. Bras., 18(4):407-421.
- CONAMA- BRASIL, 2005. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. Seção 1, 53:58-63.
- DARRIGRAN, G., 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions, vol. 4, n. 1, p. 145-156.

Diniz-Filho, J. A. F.; Nabout, J. C.; Bini, L. M.; Loyola, R. D.; Rangel, T. F.; Nogués-Bravo, D. & Araújo, M. B., 2010. Ensemble forecasting shifts in climatically suitable areas for *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae). *Insect Conservation and Diversity* 3:213-221.

ELKARMI, AZ., and ISMAIL, NS., 2007. Growth models and shell morphometrics of two populations of *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) living in hot springs and freshwater pools. *Journal of Limnology*, vol. 66, no. 2, p. 90-96.

FERREIRA, W.R., PAIVA, L.T., CALLISTO, M., 2011. Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed. *Brazilian Journal of Biology (Online)* 71, 1-11.

FIGUEROLA, J.; GREEN, A. J., 2002. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, vol. 47, p. 482-494.

FUKUARA, H., TORRES, G. & CLARO, S. M., 1987. The rainy season standing crop of zoobenthos in lakes Dom Helvécio and Jacaré. *In: Y. Saijo & J. Tundisi (eds.) (2o report), Limnological Studies in Central Brazil*, Nagoya, 185p.

GARCÍA-LLORENTE, M. et al., 2008. Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: Implications for management. *Biological Conservation*, vol. 141, n.12, p. 2969-2983.

HARKANTRA, SN. and Rodrigues, NR., 2004. Numerical analyses of soft bottom macroinvertebrates to diagnose the pollution in tropical coastal waters. *Environmental monitoring and assessment*, vol. 93, no.3, p.251-275.

HARPER, D., 1992. *Eutrophication of Fresh Waters: Principles, Problems and Restoration*. Chapman and Hall, London.

HAWKING, J.H., SMITH, F.J., 1997. *Colour guide to invertebrates of Australian inland water*, Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Albury.

KAUFMANN, P.R., HUGHES, R.H., WHITTIER, T.R., BRYCE, S.A., SEELIGER, C.W., PAULSEN, S.G., 2011. Lake Shore and Littoral habitat Structure: Precision and Biological Relevance of Field Survey Method. Submetido a JNABS.

LEAL, J.J. F., ESTEVES, F. A., CALLISTO, M., 2004. Distribution of Chironomidae larvae in an Amazonian flood-plain lake impacted by bauxite tailings (Brazil). *Amazoniana* 18, 109-123.

LEITE, R. C., 2010. Distribuição espacial de Chironomidae (Diptera) em riachos da região norte da Serra do Mar, Estado de São Paulo. Dissertação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, p.11-59.

LIMA, T. E. O., 2009. *Análise Fitossociológica da Macrofauna edáfica e da biomassa em um trecho de floresta riparia no município de Guarapuava, Paraná*. 98 f. Tese (Doutorado em

Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em <http://www.floresta.ufpr.br/posgraduacao/defesas/pdf_dr/2009/t261_0293-D.pdf> Acesso em 10 julho 2010.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F., 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Cumbria: Freshwater Biol. Ass.. 120p.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R., 1999. *A Comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG.*

MEDEIROS, E.S.; NOIA, N.P.; ANTUNES, L.C. and MELO, T.X., 2011, Zooplankton composition in aquatic systems of semi-arid Brazil: spatial variation and implications of water management. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 6, p.290-302.

MMA., 2002. Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Caatinga. Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília. p.36.

MMA., 2004. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco. p. 382.

MOLOZZI, J., FEIO, M. J., SALAS, F., MARQUES J.C., CALLISTO, M., 2012. Development and test of a statistical model for the ecological assessment of tropical reservoirs based on benthic macroinvertebrates. Ecological Indicators 23, 155-165.

MOLOZZI, J., SALAS, F., CALLISTO, M. and 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.

MOLOZZI, J.; FRANÇA, JS., ARAUJO, TL., VIANA, TH., HUGHES, RM. and CALLISTO, M., 2011. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. *Iheringia, Série Zoologia*, vol.101, p.191-199.

MOREIRA-BURGER, D.; DELITTI, W. B. C., 1999. Fitomassa epigéa da mata ciliar do rio Mogiguaçu, Itapira - SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, n. 3, p. 429-435.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L., BAPTISTA, D.F., 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora. Rio de Janeiro. 174p.

NAVARRO, E., CAPUTO, L., MARCÉ, R., CAROL, J., BENEJAM, L., GARCÍA-BERTHOU, E., ARMENGOL, J., 2009. Ecological classification of a set of Mediterranean reservoirs applying the EU Water Framework Directive: A reasonable compromise between science and management. *Lake and Reservoir Management* 25, 364-376.

- NESSIMIAN, J.L., 1995. Abundância e biomassa de macroinvertebrados bentônicos em um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 55, n.4, p.661-683.
- NOGUEIRA, M.G.; FERRAREZE, M.; MOREIRA, M.L. and GOUVÊA, R.M., 2010. Phytoplankton assemblages in a reservoir cascade of a large tropical-subtropical river (SE, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v.70, p.781-793.
- PARAÍBA., 2012. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Comitê Rio Paraíba. Disponível em:<<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/paraiba/2012>>. Acesso em: jul.
- PAZ, R.J., WATANABE, T., DIJCK, M.P.M., ABÍLIO, F.J.P., 1995. First record of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiariidae) in the state of Paraíba (Brazil) and its possible ecological implications. *Revista Nordestina de Biologia*, vol. 10, p. 79-84.
- PESO, J.G., PÉREZ, DC. and VOGLER, RE., 2011. The invasive snail *Melanoides tuberculata* in Argentina and Paraguay. *Limnological-Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 41, no. 4, p. 281-284.
- PINNA, M.; MARINI, G.; ROSATI, I.; NETO, J.M.; PATRÍCIO, J.; MARQUES, J.C. and BASSET, A., 2013. The usefulness of large body-size macroinvertebrates in the rapid ecological assessment of Mediterranean lagoons. *Ecological Indicators*, v.29, p.48-61.
- ROQUE, F.O., CORBI, J.J., TRIVINHO-STRIXINO, S., 2000. Considerações sobre a Utilização de Larvas de Chironomidae (Diptera) na Avaliação da Qualidade da Água de Córregos do Estado de São Paulo. pp.115-126. In: *Ecotoxicologia – Perspectivas para o século XXI*. São Carlos RiMa Artes e Textos.
- SANTANA, A.C.D., SOUZA, A.H.F.F., RIBEIRO, L.L., ABÍLIO, F.J.P., 2009. Macroinvertebrados associados à macrófitas aquática *Najas marina* L. do riacho Avelós, na região semi-árida do Brasil. *Revista de biologia e Ciências da Terra* 9, 32-46.
- SANTOS, C.M., ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M., 2010. The introduced snail *Melanoides Tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca:Thiariidae) in aquatic ecosystems of the 57 Brazilian Semiarid Northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). *Braz. J. Biol.* 70, 1-7.
- SIMIAO-FERREIRA, J., DEMARCO, M., CARVALHO, A.R., 2009. Chironomidae Assemblage Structure in Relation to Organic Enrichment. *Neotropical Entomology (Impresso)* 38, 464-471.
- SOUZA, A.H.; ABÍLIO, F.J.; and RIBEIRO, L.L., 2008. Colonização e Sucessão Ecológica do Zoobentos em Substratos Artificiais no Açude Jatobá I, Patos–PB, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.8, p.125-144.
- STATSOFT, INC., 2004. Programa computacional Statistica 7.0. E.A.U.
- STRAYER, D., 1986. Thesizestructure of a lacustrine zoobenthic community. *Oecologia*, v.69, p. 513-516. 1986.

SUGUIO, K., 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo. Edgard Blücher LTDA. EDUSP. 317p.

TAKAHASHI, M.A., HIGUTI, J., BAGATINI, Y.M., ZVIEJKOVSKI, I.P., VELHO, L.F.M., 2008. Composition and biomass of larval chironomid (Insecta, Diptera) as potential indicator of trophic conditions in southern Brazil reservoirs. *Acta Limnol. Bras.* 20, 5-13.

TRIVINHO-STRIXINO, S., 2011. Larvas de Chironomidae: Guia de identificação. *Gráfica UFScar*, 1,2,3, p. 371.

TRIVINHO-STRIXINO, S. and STRIXINO, G., 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e Diagnose dos Gêneros. SÃO CARLOS-SP: PPG-ERN/UFSCAR, p. 229.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. and TUNDISI, J.E.M., 2008. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, v.68, p.1133-1135.

USEPA., 2011. 2012. National Lakes Assessment Field Operations Manual EPA 841-B-11-003. U.S. Environmental Protection Agency Washington. DC.

VELHO, LFM., PEREIRA, DG., PAGIORO, TA., SANTOS, VD., PERENHA, MCZ., and LANSAC-TÔHA, FA., 2005. Abundance, biomass and size structure of planktonic ciliates in reservoirs with distinct trophic states. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 17, no. 4, p.361-371.

VERDONSCHOT, R.C.M., KEIZER-VLEK, H.E., VERDONSCHOT, P.F.M., 2012. Development of a multimetric index based on macroinvertebrates for drainage ditch networks in agricultural areas. *Ecological Indicators* 13, 232–242.

VOLLENWEIDER RA, KEREKES JJ., 1982. Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control. OECD, Paris.

WARD, HB E WHIPPLE, GC., 1959. *Biologia de Água Doce* 2^a ed. John Wiley and Sons. New York, 1248p.

WARWICK, R., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine biology*, v.92, p.557-562, 1986.

Anexo

Protocolo de caracterização de habitats físicos

CARACTERIZAÇÃO DE HABITAT FÍSICOS (frente)

Site ID: _____ Date: ____ / ____ / ____ Revisado por (incluindo): _____

ESTAÇÃO: A B C D E F G H I J SE A ESTAÇÃO FOI REALOCADA, INDICAR AQUI:

ESTÁ EM UMA ILHA? INACESSÍVEL:

LAT: _____ LONG: _____

PROFUNDIDADE NA ESTAÇÃO (10 m da margem) _____ ZONAUTM: _____ E: _____ N: _____

SE O LAGO ESTIVER CHEIO:

Profundidade estimada da linha d'água até a marca do nível normal do lago _____ (m)

Distância horizontal estimada da linha d'água até a marca do nível normal do lago _____ (m)

SE ESTIVER VAZIO (Natural ou Antropogênico):

Altura vertical da linha d'água até a marca da cheia: _____ (m)

Distância horizontal da linha d'água até a marca da cheia: _____ (m)

ZONA LITORANEA

Flora na sup.: Algaes Sapras Algálat Óleo Outros

0 = Ausente (0%) 1 = Esporço (10%) 2 = Moderado (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito denso (>75%)

SUBSTRATO DE FUNDO NA ZONA LITORANEA Obs

Rocha (>400 0mm; mal ou que um carro)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meia-pedra (250-4000mm; bola de basquete até c.erro)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Silício (54-250mm; bola de tênis até bola de basquete)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cascalho (2-54mm; jabotica até a bola de tênis)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Areia (0,05 - 2mm; amarelo até entre os dedos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Silte, Argila, ou Lama (>0,05mm; não amassado)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madre-pera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Orgânico (Flocos de folhas, Detrito)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vegetação ou Outros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Substrato 1 metro após água Obs

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ângulo (ver diagrama abaixo):
 Plano (<5°) Gradual (5-30°)
 Íngreme (30-75°) Quase vertical ou negativo (>75°)

CLASSES DOS ÂNGULOS DAS MARGENS

Parcelas

Exemplo de observação

MACRÓFITAS AQUÁTICAS Obs

Submergente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emergente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flutuante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cobertura Total de Macrófitas Aquáticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

As macrófitas se estendem além da parcela na zona fluvial?
 Sim Não

ABRIGO PARA PEIXES Obs

Veg. herbácea aquática ou inundada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madre-pera >0,3 m dia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madre-pera ou arbusto <0,3 m dia. (lito ou marol)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Árvore viva inundada >0,3 m dia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vegetação pendurada acima de 1m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Margem escavada ou talude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matacão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estruturas humanas - Docas, píers, etc	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ZONA INUNDÁVEL

ABRIGOS POTENCIAIS Obs

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Código Obs: K = Amostra não coletada, U = Amostra suspensa, P1, P2, etc. = observação feita pela equipe de campo
 Explique todas as observações na seção de comentários no verso

CARACTERIZAÇÃO DE HABITAT FÍSICOS (verso)

Site ID: _____ Data: ____ / ____ / ____ Revisado por (nome): _____

ESTAÇÃO: ○A ○B ○C ○D ○E ○F ○G ○H ○I ○J

ZONA RIPÁRIA				ZONA INUNDÁVEL			
0 = Ausente (0%) 1 = Esporço (<10%) 2 = Moderado (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito denso (>75%)				0 = Ausente (0%) 1 = Esporço (<10%) 2 = Moderado (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito denso (>75%)			
DOSEL (>5 m altura)		Obs		DOSEL (>5 m altura)		Obs	
<input type="radio"/> Decídua <input type="radio"/> Perenifólia <input type="radio"/> Conífera <input type="radio"/> Misturada				<input type="radio"/> Decídua <input type="radio"/> Perenifólia <input type="radio"/> Conífera <input type="radio"/> Misturada			
Árvores grandes (Tronco >0.3 m DAP)		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
Árvores pequenas (Tronco <0.3 m DAP)		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
SUB-BOSQUE (0.5 a 5m altura)		Obs		SUB-BOSQUE (0.5 a 5m altura)		Obs	
<input type="radio"/> Decídua <input type="radio"/> Perenifólia <input type="radio"/> Conífera <input type="radio"/> Misturada				<input type="radio"/> Decídua <input type="radio"/> Perenifólia <input type="radio"/> Conífera <input type="radio"/> Misturada			
Arbustos lenhosos & mudas		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
VEGETAÇÃO RASTEIRA (<0.5 altura)		Obs		VEGET. RASTEIRA (<0.5 altura)		Obs	
Arbustos lenhosos & mudas		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
Standing Water or inundated Vegetation		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
Solo sem cobertura ou construção		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○			
INFLUÊNCIA HUMANA		Obs		INFLUENCIA HUMANA		Obs	
0 = Ausente P = Presente dentro da parcela C = Presente fora da parcela				0 = Ausente P = Presente dentro da parcela C = Presente fora da parcela			
Construções		○ ○ ○		○ ○ ○			
Comercial		○ ○ ○		○ ○ ○			
Remoção artificial		○ ○ ○		○ ○ ○			
Dejeitos		○ ○ ○		○ ○ ○			
Muros, diques ou paliço		○ ○ ○		○ ○ ○			
Lixo ou entulho		○ ○ ○		○ ○ ○			
Rodovias ou ferrovias		○ ○ ○		○ ○ ○			
Linhas de transmissão		○ ○ ○		○ ○ ○			
Plantação de grãos		○ ○ ○		○ ○ ○			
Pastagem/campo de feno		○ ○ ○		○ ○ ○			
Pomar		○ ○ ○		○ ○ ○			
Parque/grameado		○ ○ ○		○ ○ ○			
Outros (Fique explicação)		○ ○ ○		○ ○ ○			

Código Obs: K = Amostra não coletada, U = Amostra suspensa, F1/F2, etc. = observação feita pela equipe de campo
Explique todas as observações na seção de comentários

Obs	Comentários	Obs	Comentários