



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THAYNARA CRISTINE MORAES COELHO

**UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS PARA O MONITORAMENTO
DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NO AÇUDE CACHOEIRA II,
SERRA TALHADA – PE**

SERRA TALHADA – PE
2019

THAYNARA CRISTINE MORAES COELHO

**UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS PARA O MONITORAMENTO
DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NO AÇUDE CACHOEIRA II,
SERRA TALHADA – PE**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.

SERRA TALHADA - PE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C672

Coêlho, Thaynara Cristine Moraes

Utilização de substratos artificiais para o monitoramento de macroinvertebrados aquáticos no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE / Thaynara Cristine Moraes Coêlho. - 2019.

122 f. : il.

Orientadora: Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2020.

1. Insetos aquáticos. 2. Macrófitas. 3. Substratos artificiais. 4. Bioindicadores. 5. Qualidade da água. I. Oliveira, Claudia Helena Cysneiros Matos de, orient. II. Título

CDD 574

THAYNARA CRISTINE MORAES COELHO

**UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS PARA O MONITORAMENTO
DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NO AÇUDE CACHOEIRA II,
SERRA TALHADA – PE**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas,
da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada,
como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Data de Aprovação: ____/____/____

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA

Dr.^a. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira (1º Titular)

Prof.^a. Associada II da UFRPE (Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira (2º Titular)

Prof. Associado III da UFRPE (Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

Dr. Ugo Lima Silva (3º Titular)

Prof. Adjunto III da UFRPE (Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

SERRA TALHADA - PE
2019

*Aos meus pais Ivonete e Luiz que foram
minha maior força nos momentos difíceis.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e por ter sido meu refúgio em todos os momentos da minha vida. Agradeço enormemente a minha família e ao meu namorado Erick Bryan, por estar sempre ao meu lado, me incentivando e me dando força nos momentos difíceis. Dedico esta monografia especialmente aos meus pais Ivonete Moraes e Luiz Ferreira que fizeram de tudo para que eu chegasse até aqui, e não mediram esforços para isto, e a minha avó materna Josefa (*in memoriam*) que nos momentos difíceis senti sua presença e proteção. Aos meus queridos irmãos: Luiz e Idson que torceram muito por mim e comemoraram cada conquista comigo.

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial à Unidade Acadêmica de Serra Talhada, a qual possibilitou não somente ampliar os meus conhecimentos científicos e profissionais, mas também pelas pessoas maravilhosas que colocou em meu caminho. Agradeço e dedico especialmente a minha orientadora profa. Dra. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira por ter me passado seus ensinamentos, não só profissionais, mas como ser humano também, levarei para vida toda, pela sua paciência, compreensão e conselhos ao longo da graduação. Sou muito grata ao prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira por toda sua dedicação, paciência e conselhos. Agradeço a Aline Magalhães por me ajudar nas coletas de campo e pelos bons momentos proporcionados durante nossa convivência no laboratório. Agradeço a todos do laboratório Núcleo de Ecologia de Artrópodes pela amizade, companheirismo e confiança.

Agradeço aos docentes e excelentes profissionais que admiro muito: Dr. Mauro de Melo Jr., Dr. Plínio Pereira, Dr. Leandro dos Santos, Dr. André Laurênio, Dr. Adriano Simões, Dr. Rogério de Aquino, Dra. Ana Luiza, Dra. Luciana de Matos, Dra. Veridiana da Silva, e Dr. Hélio Fernandes pelos seus ensinamentos, humildade, dedicação e amizade. Em especial ao professor Dr. Ugo Lima por não medir esforços em me ajudar nas análises da água, sempre alegre, divertido e empolgado com a pesquisa. Agradeço em especial aos motoristas Cícero Mariz e Luiz Michel por sua simpatia e prestação nas coletas de campo.

Jamais poderia esquecer-me de todos os amigos conquistados neste período acadêmico, amigos que levarei para a vida toda. Em especial dedico com carinho à Denilma Lima, Fernanda Gomes, Ariane Freires, Aline Magalhães, Amanda Tereza e Celiano Cordeiro por compartilhar bons momentos durante a graduação, pela amizade e cuidados.

Às minhas companheiras de laboratório: Cinara Wanderléa, Vanessa Pereira, Marynara e Luíza Tavares, pessoas alegres, amorosas e muito dedicadas, agradeço-as pela amizade e nossas conversas divertidas, e a Itanael e Magda pela ajuda nas análises da água.

Agradeço a Antônio Falcão, Aline Falcão e a Seu Netinho por disponibilizarem o sítio para o acesso ao açude Cachoeira II onde foi realizado os experimentos. E ao Sr. Deda, caseiro do sítio, pelo auxílio na montagem dos primeiros experimentos no início da minha pesquisa.

Agradeço principalmente ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) pela bolsa de pesquisa concedida, sentindo-me honrada e realizada profissionalmente pela confiança depositada na pesquisa científica realizada durante o programa, que foi uma experiência maravilhosa. Agradeço à prof. Dra. Cláudia Helena por ter me apresentado o mundo dos insetos aquáticos pelo qual me apaixonei. Agradeço ao líder da minha comunidade Xukuru do Ororubá, Cacique Marcos e à Fundação Nacional do Índio (FUNAI) pelo apoio concedido para que eu pudesse conquistar a bolsa indígena, contribuindo para a minha formação e conquista deste grau.

À todos os que direta ou indiretamente colaboraram para a elaboração da monografia, muito obrigada.

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

Cristine Moraes Coêlho, T.; Oliveira, C.H.C.M.; Oliveira, C.R.F. 2019. Utilização de substratos artificiais para o monitoramento de macroinvertebrados aquáticos no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE. Monografia (Graduação), Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST).

A preservação dos corpos d'água é uma alternativa de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, sendo importantes na elaboração de ações de preservação da biodiversidade aquática e conseqüentemente integridade ecológica destes corpos hídricos. Os perifítons compõem um grupo de grande importância ecológica em ambientes aquáticos continentais. Assim, esses organismos têm sido utilizados como bioindicadores da qualidade da água, pois respondem a condições ambientais específicas. Para a observação do processo de colonização e estruturação da comunidade desse grupo dentro de córregos é recomendável à utilização de substratos artificiais, permitindo um maior controle de variáveis como área a ser colonizada, heterogeneidade superficial do substrato e tempo de colonização, proporcionando uma análise confiável e direcionada dos efeitos testados sobre a colonização, sucessão ou até mesmo os impactos antrópicos. Este trabalho apresenta um capítulo onde será apresentado o inventário dos insetos aquáticos associados aos substratos artificiais e às macrófitas *Ludwigia helminthorrhiza* e *Egeria densa*, comparando a composição de macroinvertebrados aquáticos nos substratos naturais e artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE, inferindo sobre sua utilização como instrumentos no biomonitoramento da qualidade da água neste ambiente. Para avaliar a composição da comunidade de insetos aquáticos foram realizadas coletas mensais no período de setembro/19 a novembro/19. Os insetos foram coletados junto aos substratos naturais e artificiais manualmente e utilizando-se rede entomológica aquática, em três pontos de coleta, com três tratamentos para cada ponto (T1- Macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; T2 - Coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; T3 - Mímicas de plantas de polietileno presa as estacas). As amostras foram triadas em peneira granulométrica (4,76 mm), fixadas em álcool a 70%, e identificadas a nível de espécie através de uma lupa. Posteriormente, foram classificados quanto ao grau de sensibilidade em relação a poluição utilizando o índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) e quanto aos grupos tróficos. Foram coletadas três garrafas de 500 mL de água de cada ponto, em recipientes previamente descontaminados e mantidas sob refrigeração para posterior análise de parâmetros químicos. Na proximidade de cada ponto de coleta foram mensurados os parâmetros abióticos da água. A análise dos dados da entomofauna aquática encontrada nos substratos artificiais e naturais foram baseadas nos Índice de Biodiversidade de Margalef, Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e o Índice de dominância de Simpson. Ao longo da pesquisa foram coletados um total de 483 insetos em estágios de desenvolvimento diferentes (larva, ninfa e adultos) distribuídos em 10 ordens, 34 famílias, 38 gêneros e 15 espécies, além da presença de ecdises, 857 moluscos, 11 camarões e 5 aranhas. Desse total 266 insetos foram coletados no substrato artificial distribuídos em 10 ordens, 28 famílias, 29 gêneros e 10 espécies, além de 452 moluscos e 6 camarões. Os Coleoptera e Hemiptera com oito famílias e Diptera com seis foram os mais representativos, sendo Hydrophilidae a família mais abundante nos dois substratos. Os predadores obterão maior destaque entre os insetos aquáticos encontrados, os quais são bioindicadores da boa qualidade da água por exigir parâmetros específicos da água. A presença e dominância de Hydrophilidae podem

ser justificadas pelo fato dessa família estar entre as mais abundantes nos ecossistemas aquáticos lóticos e por possuírem espécies sensíveis a perturbações. A aplicação dos Índice de Biodiversidade de Margalef, Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e o Índice de dominância de Simpson indicaram uma alta diversidade e riqueza de espécies. O índice BMWP caracterizou o ambiente com qualidade aceitável, duvidosa e poluída. Portanto, os resultados obtidos indicam que o monitoramento dos ambientes aquáticos fornece informações de extrema importância sobre a expansão da poluição no ambiente, além de avaliar a eficiência de medidas adotadas com o objetivo de diminuir ou eliminar sua fonte de contaminação, de maneira a se estabelecer um programa de biomonitoramento deste corpo d'água, essencial ao abastecimento do município de Serra Talhada-PE.

Palavras-chave: Insetos aquáticos; Macrófitas; Substratos artificiais; Bioindicadores; Qualidade da água.

ABSTRACT

Cristine Moraes Coêlho, T.; Oliveira, C.H.C.M.; Oliveira, C.R.F. 2019 Use of artificial substrates for aquatic macroinvertebrate monitoring on Cachoeira II weir, Serra Talhada – PE. Monography (Graduation), Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST).

The preservation of water bodies is an alternative to guarantee the sustainability of natural resources, being important in the elaboration of actions of preservation of the aquatic biodiversity and consequently ecological integrity of these water bodies. Periphyton is a group of great ecological importance in continental aquatic environments. Thus, these organisms have been used as bioindicators of water quality, as they respond to specific environmental conditions. For the observation of the colonization process and structuring of the community of this group within streams, it is recommended to use artificial substrates, allowing a greater control of variables such as area to be colonized, superficial substrate heterogeneity and time of colonization, providing a reliable and reliable analysis. of the tested effects on colonization, succession or even human impacts. This paper presents a chapter where the inventory of aquatic insects associated with artificial substrates and macrophytes *Ludwigia helminthorrhiza* and *Egeria densa* will be presented, comparing the composition of aquatic macroinvertebrates in the natural and artificial substrates in Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE reservoir, inferring about its use as instruments in the biomonitoring of water quality in this environment. To evaluate the composition of the community of aquatic insects monthly collections were carried out from September/19 to November/19. The insects were collected from the natural and artificial substrates manually and using aquatic entomological net at three collection points, with three treatments for each point (T1- Aquatic macrophytes freely present at the banks of the reservoir; T2 - PET bottle collectors containing inside it a polyethylene plant mime; T3 - Polyethylene plant mimes attached to the stakes). The samples were sorted in a sieve size (4.76 mm), fixed in 70% alcohol, and identified at species level through a magnifying glass. Subsequently, they were classified as to the degree of sensitivity to pollution using the BMWP (Biological Monitoring Working Party) index and to the trophic groups. Three 500 mL bottles of water were collected from each point in previously decontaminated containers and kept under refrigeration for further analysis of chemical parameters. In the vicinity of each collection point the abiotic water parameters were measured. The analysis of aquatic entomofauna data found on artificial and natural substrates was based on Margalef Biodiversity Index, Shannon-Wiener Diversity Index and Simpson Dominance Index. A total of 483 insects at different developmental stages (larva, nymph and adults) were collected throughout the research, distributed in 10 orders, 34 families, 38 genera and 15 species, besides the presence of ecdises, 857 mollusks, 11 shrimps and 5 spiders. Of this total, 266 insects were collected on artificial substrate distributed in 10 orders, 28 families, 29 genera and 10 species, in addition to 452 mollusks and 6 shrimps. Coleoptera and Hemiptera with eight families and Diptera with six were the most representative, being Hydrophilidae the most abundant family in both substrates. Predators will be more prominent among the aquatic insects found, which are bioindicators of good water quality because they require specific water parameters. The presence and dominance of Hydrophilidae can be justified by the fact that this family is among the most abundant in

lotic aquatic ecosystems and because they have disturbance sensitive species. Application of Margalef Biodiversity Index, Shannon-Wiener Diversity Index and Simpson Dominance Index indicated a high diversity and species richness. The BMWP Index characterized the environment with acceptable, dubious and polluted quality. Therefore, the results obtained indicate that the monitoring of aquatic environments provides extremely important information about the expansion of pollution in the environment, as well as evaluating the efficiency of measures taken to reduce or eliminate their source of contamination, in order to establish a biomonitoring program of this body of water, essential to supply the municipality of Serra Talhada-PE.

Keywords: Aquatic insects; Macrophytes; Artificial substrates; Bioindicators; Water quality.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

- Figura 1.** Vista parcial do Açude Cachoeira II, localizado no município de Serra Talhada – PE, situado na latitude 07°59’31” Sul e na longitude 38°17’54” Oeste, com vegetação circundante (Fonte: COELHO, 2019). 65
- Figura 2.** Macrófitas aquáticas ausentes nas margens do açude Cachoeira II, Serra Talhada –PE, observa-se uma grande quantidade de algas verdes (Fonte: COELHO, 2019). 65
- Figura 3.** Pontos de coleta na zona litorânea do Açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE: (A) Ponto 1; (B) Ponto 2 e (C) Ponto 3 (Fonte: COELHO, 2019). 67
- Figura 4.** Três tratamentos em campo: **T1**- Macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; **T2** - Coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; **T3** - Mímicadas de plantas de polietileno presa as estacas (Fonte: COELHO, 2019). 67
- Figura 5.** Montagem de novos coletores artificiais no açude cachoeira II, Serra Talhada - PE, para a avaliação da entomofauna associada após 30 dias (Fonte: COELHO, 2019).69
- Figura 6.** (A) Substratos naturais e artificiais, dos três pontos de coleta do açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE, sendo pesados e (B) lavados individualmente sobre peneira granulométrica (abertura de malha de 4,76 mm) em laboratório (Fonte: COELHO, 2019). 69
- Figura 7.** (A) Amostras fixadas em álcool a 70%, para análises posteriores sob estereomicroscópios e identificação a nível de espécie, e (B) recipientes utilizados para separar os insetos a nível de espécie (Fonte: COELHO, 2019). 70
- Figura 8.** (A) Mensuração dos parâmetros abióticos de cada ponto de coleta com o auxílio da Sonda YSI Professional Plus e (B) da profundidade e transparência, usando o Disco de Secchi (Fonte: COELHO, 2019). 71
- Figura 9.** Turbidímetro Plus utilizado no teste de turbidez (Unidade de Turbidez Nefelométrica – UNT) (Fonte: COELHO, 2019).(Fonte: COELHO, 2019). 71
- Figura 10.** Análise do fósforo (P) na água através do Ecosense 9500 photometer (Fonte: COELHO, 2019). 72
- Figura 11.** Valores obtidos da temperatura da água (°C) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 74
- Figura 12.** Valores obtidos de oxigênio dissolvido (OD%) da água (mg/L) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 75
- Figura 13.** Valores obtidos da turbidez da água (UNT) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 76
- Figura 14.** Valores obtidos da Condutividade elétrica (Cond) da água ($\mu\text{S}/\text{cm}$) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019).77

- Figura 15.** Valores obtidos do pH da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 78
- Figura 16.** Valores obtidos dos sólidos dissolvidos totais (SDT) da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019).79
- Figura 17.** Valores obtidos da dureza da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 80
- Figura 18.** Valores obtidos do potencial de oxirredução (POR) da água do riacho Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 81
- Figura 19.** Análise da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, utilizando a tabela de resultados do Labcon Test Amônia Tóxica (Fonte: COELHO,2019). 82
- Figura 20.** Valores obtidos de fósforo (P) da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO,2019). 83
- Figura 21.** (A) *Ludwigia helminthorrhiza* Mart abundante no ponto 3 e (B) observa-se a presença de machas escuras na água, a *Egeria densa* Planch (Fonte: COELHO,2019). 85
- Figura 22.** Abundância de insetos (n=268), por família, associados às macrófitas aquáticas relacionados com suas respectivas frequências (%) encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada-PE (Fonte: COELHO, 2019). 87
- Figura 23.** Abundância de insetos (n=266), por família, associados ao substrato artificial relacionados com suas respectivas frequências (%) encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada-PE (Fonte: COELHO, 2019). 88
- Figura 24.** Representação dos grupos tróficos de alimentação dos insetos, por gênero (n=17), encontrados nos substratos naturais (macrófitas) e artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE. 89
- Figura 25.** Espécie de Lepidoptera: *Elophila* sp. (Fonte: COELHO, 2019). 98
- Figura 26.** Gêneros e espécies de Coleoptera: A. *Dytiscus*, B. *Gyrelmis*, C. *Heterelmis*, D. *Hydrochus* (*Hydrochus squamifer*), E. *Hydrophilus* (*Hydrophilus triangularis*), F. *Laccophilus*, G. *Liocanthyrus*, H. *Neoelmis* (*Neoelmis limosa*), I. *Rhantus* (*Rhantus atricolor*), J. *Scirtes* e K. *Tropisternus* (Fonte: COELHO, 2019). 99
- Figura 27.** Espécies de Orthoptera: A. *Acheta domesticus* e B. *Acrida* sp. (Fonte: COELHO, 2019). 100
- Figura 28.** Gêneros e espécies de Odonata: A. *Aphylla williamsoni*, B. *Oxyagrion* (*Oxyagrion simile*) e C. *Rhionaeschna* (Fonte: COELHO, 2019). 101
- Figura 29.** Gêneros de Trichoptera: A. *Cheumatopsyche* e B. *Rhyacophylax* (Fonte: COELHO, 2019). 101

- Figura 30.** Gêneros de Hemiptera: A. *Hebrus*, B. *Hydrometra*, C. *Lethocerus*, D. *Limnocoris*, E. *Neoplea*, F. *Paratrephes*, G. *Rheumatobates* e H. *Weberilla* (Fonte: COELHO, 2019). 102
- Figura 31.** Gêneros e espécies de Diptera: A. *Ablabesmyia* sp., B. *Austrotinodes*, C. *Culex quinquefasciatus* e D. *Culicoides* (Fonte: COELHO, 2019). 103
- Figura 32.** Gênero de Neuroptera: *Sisyra* (Fonte: COELHO, 2019). 103
- Figura 33.** Outras classes de artrópodes encontrados: A. Araneae (Arachnida), B. Postura de ovos de Mesogastropoda (Gastropoda), C. Concha de Mesogastropoda e D. Palaeomonidae (Malacostraca) (Fonte: COELHO, 2019). 104
- Figura 34.** Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Diversidade de Shannon em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE (Fonte: COELHO, 2019). 107
- Figura 35.** Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Dominância de Simpson em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE (Fonte: COELHO, 2019). 108
- Figura 36.** Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Biodiversidade de Margalef em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE (Fonte: COELHO, 2019). 109
- Tabela 1.** Alguns Parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água (SANTOS et al., 2001). 28
- Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos da água do Açude Cachoeira II, Serra Talhada/PE, divididos por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO, 2019). 84
- Tabela 2.** Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil (Fonte: COELHO, 2019). 33
- Tabela 2.** Abundância de insetos, por família, associados aos substratos naturais e artificiais relacionados com suas respectivas frequências, encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada/PE (Fonte: COELHO, 2019). 86
- Tabela 3.** Táxons de macroinvertebrados aquáticos encontrados no tratamento um (macrófitas presentes livremente nas margens do açude) (n=686) por mês e ponto de coleta no período de setembro a novembro/19 no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE (Fonte: COELHO, 2019). 90
- Tabela 4.** Táxons de macroinvertebrados aquáticos encontrados no substrato artificial do tratamento dois (coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno) (n=151) por mês e ponto de coleta no período de setembro a novembro/19 no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE (Fonte: COELHO, 2019). 93

Tabela 5. Táxons de macroinvertebrados aquáticos encontrados no substrato artificial do tratamento três (mímicas de plantas de polietileno presa as estacas) (n=724) por mês e ponto de coleta no período de setembro a novembro/19 no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE (Fonte: COELHO, 2019). 95

Tabela 6. Valores obtidos pelo índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party Score System*) para as famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE (Fonte: COELHO, 2019). 105

Tabela 7. Comparação da abundância de insetos nas macrófitas entre os índices obtidos por mês e pontos de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE (Fonte: COELHO, 2019). 109

Tabela 8. Comparação da abundância de insetos no substrato artificial entre os índices obtidos por mês e pontos de coleta (Fonte: COELHO, 2019). 110

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	08
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. ECOSISTEMAS LÓTICOS: MACRÓFITAS AQUÁTICAS, INSETOS E BIOMONITORAMENTO	21
3.2. SUBSTRATOS ARTIFICIAIS: FERRAMENTA NO MONITORAMENTO DOS CORPOS AQUÁTICOS	25
3.3. QUALIDADE E COMPOSIÇÃO DA ÁGUA	26
3.4. ESTUDOS NO BRASIL	28
4. BIBLIOGRAFIA	41
CAPÍTULO 1 – COLONIZAÇÃO DE SUBSTRATOS NATURAIS E ARTIFICIAIS POR MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NO AÇUDE CACHOEIRA II, SERRA TALHADA – PE	
1. INTRODUÇÃO	60
2. OBJETIVOS	62
2.1. GERAL	62
2.2. ESPECÍFICOS	62
3. MATERIAL E MÉTODOS	62
3.1. ÁREA DE ESTUDO	62
3.2. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	65
3.3. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	69
4. RESULTADOS	72
4.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA DO AÇUDE CACHOEIRA II	72
4.1.1. TEMPERATURA	73
4.1.2. OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	74
4.1.3. TURBIDEZ	75
4.1.4. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	76
4.1.5. PH	77
4.1.6. SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	78
4.1.7. DUREZA	79
4.1.8. POTENCIAL DE OXIRREDUÇÃO	80
4.1.9. AMÔNIA (NH ₃)	81
4.1.10. FÓSFORO (P)	82
4.1.11. ENTOMOFAUNA AQUÁTICA ASSOCIADA ÀS MACRÓFITAS	84
4.1.12. ÍNDICE BMWP (<i>Biological Monitoring Working Party Score System</i>)	105
4.1.13. ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H')	106
4.1.14. ÍNDICE DE DOMINÂNCIA DE SIMPSON (C)	107
4.1.15. ÍNDICE DE BIODIVERSIDADE DE MARGALEF (I)	108
5. DISCUSSÃO	110

6. CONCLUSÕES	115
7. AGRADECIMENTOS	115
8. BIBLIOGRAFIA	

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Nordeste brasileiro apresenta mais da metade de sua área com predominância de zona semiárida, e no estado da Paraíba, compreende mais de 90% de sua área total (DINIZ, 1995). Além disso, muitos desses sistemas aquáticos apresentam problemas, tais como: eutrofização natural e/ou artificial, salinização, problemas sanitários e propagação de doenças veiculadas pela água. No contexto do semiárido, a conservação desses ecossistemas é essencial, tanto por apresentarem uma grande diversidade biológica quanto pela sua importância para a manutenção de suas populações humanas locais, sendo seu estoque utilizado com o propósito de irrigação, produção de peixes, abastecimento de cidades e outros (ABÍLIO, 2002). A preservação dos corpos d'água é uma alternativa de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais (GUERESCHI, 2004), sendo os estudos sobre os ecossistemas límnicos importantes na elaboração de ações de preservação da biodiversidade aquática e, conseqüentemente, da integridade ecológica destes corpos hídricos.

A macrofauna de corpos aquáticos continentais é composta por uma variedade de grupos taxonômicos, incluindo insetos, moluscos, crustáceos, anelídeos, entre outros, sendo sua distribuição e abundância influenciadas por fatores biogeográficos e características do ambiente, tais como, o tipo de sedimento, teor de matéria orgânica, profundidade, variáveis físicas e químicas da água, presença de macrófitas (CARVALHO & UIEDA, 2004; SMITH *et al.*, 2003, VIDAL-ABARCA *et al.*, 2004). Assim, esses organismos têm sido utilizados como bioindicadores da qualidade da água, pois em condições ambientais específicas, como níveis diferenciados de poluição, os grupos mais resistentes podem se tornar dominantes e os mais sensíveis, raros ou ausentes.

Os perifítons compõem um grupo de grande importância ecológica em ambientes aquáticos continentais, participando das cadeias alimentares e sendo um dos elos principais das estruturas tróficas do ecossistema. Além disso, é considerado um importante produtor primário em lagos, rios, riachos e planícies de inundação (VADEBONCOEUR & STEINMAN, 2002). Apesar da competição por recursos, as macrófitas aquáticas são substratos muito favoráveis para a colonização da comunidade perifítica, pois podem fornecer ampla área de colonização e disponibilizar nutrientes durante os processos de excreção e senescência (SAND-JENSEN & BORUM, 1991, BURKHOLDER, 1996).

A arquitetura e a forma biológica da macrófita também pode determinar a estruturação da comunidade perifítica, pois atuam diretamente sobre a disponibilidade de luz (sombreamento) e de área de colonização (CATTANEO *et al.*, 1998, SANTOS *et al.*, 2013). O complexo perifíton-macrófita é descrito como uma unidade ecológica nos ecossistemas aquáticos rasos (GOLDSBOROUGH *et al.*, 2005) e, conjuntamente, podem indicar a qualidade da água (KISS *et al.*, 2003). Conforme Chambers *et al.* (2008), o número de espécies de macrófitas aquáticas na região Neotropical é o mais elevado do planeta, mas o conhecimento sobre a estrutura da comunidade perifítica em macrófitas é ainda escasso.

Além disso, tem-se observado alta riqueza e diversidade faunística nas áreas dos ambientes aquáticos com presença de macrófitas aquáticas. Esse tipo de vegetação atua como filtro acumulador de materiais, tais como argila, siltes, matéria orgânica particulada e produz detritos, promovendo a estabilização dos sedimentos no fundo, além de proporcionar uma grande diversidade de microhabitats para os organismos colonizarem (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1993). Propiciam maior heterogeneidade espacial, aumentando o número de nichos e interferindo na dinâmica das comunidades e do ecossistema lacustre como um todo (MARGALEF, 1983; CARMO & LACERDA, 1984; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1993; DE MARCO & LATINI, 1998; SANTOS *et al.*, 1998). Esta vegetação permite o desenvolvimento, sobre sua superfície, de um microfilme composto por bactérias, protozoários e algas, fonte primária de alimento para muitas espécies fitófilas (ROSINE, 1955). Também subsidia quantidade considerável de oxigênio para a fauna e possibilita a seus colonizadores deslocamento e local para postura de ovos, proporcionando assim, condições para a sobrevivência de muitos grupos animais (GLOWACKA *et al.*, 1976; MASTRANTUONO, 1986; WARD, 1992).

Nos ecossistemas lóticos (rios e córregos), a comunidade dos insetos aquáticos é compreendida por organismos que vivem pelo menos uma parte da sua vida dentro da água (BUSS *et al.*, 2003; GOULART & CALLISTO, 2003; CARVALHO & UIEDA, 2004; THOMAZI *et al.*, 2010). Esses organismos são fundamentais para a manutenção do funcionamento destes ecossistemas e ideais para entender o processo de uma sucessão, pois além de atuarem na cadeia alimentar, realizando trocas energéticas com outros organismos, agem diretamente no processamento da matéria orgânica, além de responderem rapidamente a mudanças no ambiente.

Isso facilita então, o acompanhamento das etapas do processo sucessional desses organismos, devido ao fato de possuírem características importantes como: ciclo de vida longo ou curto, elevada abundância e íntima relação com o substrato (BUSS *et al.*, 2003; GOULART & CALLISTO, 2003; CARVALHO & UIEDA, 2004; THOMAZI *et al.*, 2010). Os estudos dessa comunidade não podem ser negligenciados e devem contemplar aspectos teóricos e aplicados, principalmente quando o objetivo é desenvolver programas de monitoramento e manejo de plantas em reservatórios (POMPÊO, 1999, 2008).

Métodos de conservação dos corpos hídricos utilizando organismos aquáticos como indicadores biológicos da qualidade da água estão previstos como garantias na legislação brasileira (BUSS, 2001; BAPTISTA, 2008). Assim, para observação do processo de colonização e estruturação da comunidade desse grupo dentro de córregos é recomendável à utilização de substratos artificiais. Este recurso permite um maior controle de variáveis como área a ser colonizada, heterogeneidade superficial do substrato e tempo de colonização, proporcionando assim uma análise confiável e direcionada dos efeitos testados sobre a colonização, sucessão ou até mesmo os impactos antrópicos (SILVEIRA & QUEIROZ, 2006; LIMA, 2008; SOUZA *et al.*, 2008). O biomonitoramento, tendo como bioindicador a fauna de macroinvertebrados aquáticos, é cada vez mais empregado para se avaliar a qualidade da água em rios e lagos, constituindo uma técnica de baixo custo.

O maior tempo de registro de impactos, em função da natureza relativamente sedentária dessa fauna e de seu ciclo de vida relativamente longo, é uma importante vantagem em comparação com a avaliação feita por meio de parâmetros físicos e químicos. No período de cheia, ocorre uma homogeneização e diluição das condições físicas, químicas e biológicas pelo aumento do volume da água e o aumento da turbidez pela entrada de matéria orgânica e nutrientes de origem alóctone (ABÍLIO, 2002).

A condição de seca, no entanto, pode levar a um aumento nas populações de invertebrados e, segundo Extence (1981), as possíveis razões são: 1) aumento no suplemento alimentar, na forma de detritos e material de plantas, possibilitando o ambiente suportar uma grande densidade de indivíduos do que o normal; 2) a ausência das inundações aumenta a estabilidade do substrato e sua biota associada; 3) um maior aquecimento e fotoperíodo podem contribuir para o aumento das taxas reprodutivas dos indivíduos; 4) a redução na profundidade da coluna de água pode favorecer algumas espécies de larvas de insetos que se alimentam por filtração, além de provocar um efeito de concentração, diminuir a área de colonização, resultando em maiores densidades.

Diante disso, este estudo teve por objetivo comparar a composição de macroinvertebrados aquáticos associados aos substratos naturais e artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE, inferindo sobre sua utilização como instrumentos no biomonitoramento da qualidade da água neste ambiente. É apresentado o inventário dos insetos aquáticos, associados aos substratos artificiais e às macrófitas *Ludwigia helminthorrhiza* (Mart.) H.Hara (Onagraceae) e *Egeria densa* Planch. (Hydrocaritaceae) identificados em nível de espécie, bem como os grupos tróficos, dados de riqueza, diversidade, abundância, análise da qualidade da água do açude Cachoeira II através dos multiparâmetros e a utilização do índice BMWP para avaliar a qualidade biológica da água.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar a macrofauna aquática associada à macrófitas aquáticas no Açude Cachoeira II (Serra Talhada – PE);
- Inventariar a macrofauna aquática associada a substratos artificiais no Açude Cachoeira II (Serra Talhada – PE);
- Comparar a composição da macrofauna aquática nos substratos artificiais e naturais;
- Classificar a qualidade da água do Açude Cachoeira II (Serra Talhada – PE) com base no índice BMWP (Biological Monitoring Workink Party);
- Avaliar a qualidade da água do Açude Cachoeira II através das variáveis físicas e químicas da água, em pontos distintos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Ecossistemas lóticos: macrófitas aquáticas, insetos e biomonitoramento

Os ecossistemas aquáticos têm sofrido forte pressão de atividades antrópicas (MORENO & CALLISTO, 2006). Os ambientes naturais de água doce são os principais receptores da maioria das substâncias tóxicas produzidas por atividades industriais, domésticas e agrícolas que são liberadas no meio ambiente (MASSARO, 2006). Tal fato tem contribuindo para a redução da qualidade ambiental, bem como para o comprometimento da saúde dos seres vivos que habitam esses ecossistemas (CAJARAVILLE et al., 2000). Dessa forma, o planejamento e a gestão dos recursos

hídricos dependem de informações confiáveis, relacionados à qualidade e à quantidade de água (BRAGA et al., 2006).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, retrata o monitoramento como medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água. O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas de organismos em relação ao meio onde vivem. A habilidade de proteger os ecossistemas depende da capacidade de distinguir os efeitos das ações humanas das variações naturais (MUGNAI et al., 2010).

Portanto, torna-se fundamental o biomonitoramento dos recursos hídricos continentais, como ferramenta auxiliar para o controle e recuperação dos ecossistemas degradados (BRAGA et al., 2006; MAZZINI, 2007). Segundo Lima (2002) o biomonitoramento surgiu na Alemanha durante a década de 80, com a utilização de plantas para o monitoramento da poluição atmosférica. Assim, através da Política Nacional dos Recursos Hídricos com a Lei 9433/97, que objetiva preservar os ecossistemas aquáticos com toda a sua fauna e flora, é permitida a utilização de indicadores biológicos nas avaliações dos impactos ambientais causados aos recursos aquáticos, a fim de contribuir para programas de biomonitoramento e preservação da biodiversidade (QUEIROZ et al., 2008).

Os principais métodos envolvidos em biomonitoramento abrangem o levantamento e avaliação de modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade, abundância de organismos resistentes, perda de espécies sensíveis, medidas de produtividade primária e secundária e sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos) (BARBOUR et al., 1999). A existência de inúmeras técnicas permite que as metodologias sejam escolhidas e aplicadas de acordo com os objetivos da pesquisa bem como do táxon em questão (ZHOU et al., 2008). O grande desafio, no entanto, é definir um indicador ideal (bioindicador) cuja presença, abundância e/ou comportamento reflitam o efeito de um estressor na biota (BONADA et al., 2006).

Insetos aquáticos são compreendidos como organismos que passam pelo menos um estágio de desenvolvimento dentro d'água (WARD, 1992). Diversos autores consideram os insetos aquáticos como bons indicadores, porque, em determinadas condições

ambientais, os grupos mais resistentes podem se tornar numericamente dominantes, enquanto outros mais sensíveis podem se tornar raros ou ausentes (BRIGANTE et al., 2003). Além disso, apresentam características particulares e uma série de vantagens, tais como ciclo de vida longo, são cosmopolitas, abundantes, de fácil visibilidade e amostragem, apresentam elevada diversidade taxonômica e refletem as condições ambientais existentes (METCALFE, 1989; ROSENBERG & RESH, 1993; LOYOLA & BRUNKOW, 1998), permitindo, desta forma, uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição.

Os insetos aquáticos podem ser classificados de acordo com a sensibilidade a mudanças no ambiente, como: (i) organismos intolerantes ou sensíveis: composto principalmente pelos organismos que necessitam de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água para sua sobrevivência - Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera; (ii) tolerantes; caracterizados por necessitarem de menores concentrações de oxigênio dissolvido, por alguns indivíduos viverem na lamina d'água e realizarem respiração aérea - Odonata, Heteroptera, Diptera e Coleoptera, e (iii) organismos resistentes: organismos que possuem capacidade de viver em condições de baixa oxigenação - Chironomidae e Diptera (GOULART & CALLISTO, 2003).

Estes organismos apresentam grande importância nos ecossistemas servindo de elo entre os recursos basais (detritos e algas) e os peixes e crustáceos, participando do fluxo de energia e da ciclagem dos nutrientes (BUENO et al., 2003; CARVALHO & UIEDA, 2004), distribuindo-se em vários microhabitats do fundo dos corpos d'água, isto é, macrófitas, pedras, folhiços, algas e sedimentos com diferentes graus de granulometria (ROSENBERG & RESH, 1993; FORATTINI & MASSAD, 1998). As comunidades bênticas de água doce, em geral, são formadas por organismos do zoobentos, constituído por todos os animais vertebrados ou invertebrados associados ao sedimento; e fitobentos onde encontram-se algas, vegetais inferiores ou superiores colonizando a superfície do sedimento em regiões litorâneas (FORATTINI & MASSAD, 1998).

Os macroinvertebrados bentônicos constitui um grupo de organismos de água doce que colonizam tanto ambientes lênticos como lóticos (RIBEIRO & UIEDA, 2005; MERRIT & CUMMINS, 1996). A comunidade bentônica de água doce é representada por vários filos como Arthropoda (Insecta, Acarina e Crustacea), Mollusca (Gastropoda e Bivalvia), Annelida (Oligochaeta e Hyrudinea) entre outros, geralmente maiores que 0,2

mm (CARVALHO & UIEDA, 2004; RIBEIRO & UIEDA, 2005), abrangendo no primeiro, principalmente, formas imaturas, larvas e ninfas (QUEIROZ et al., 2000).

Entre esses organismos os insetos se destacam em relação à diversidade e abundância. São representados por cerca de 13 ordens (Odonata, Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera, Plecoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Megaloptera, Collembola Orthoptera, Lepidoptera e Neuroptera) (WARD, 1992; BICUDO & BICUDO, 2004; MUGNAI *et al.*, 2010). Por outro lado, a distribuição, ocorrência e abundância desses organismos são muito dependentes de fatores ambientais existentes no local, como correnteza, tipo de substrato, disponibilidade de abrigo contra predação e estabilidade do ambiente (BUENO et al., 2003).

Insetos que ocupam macrófitas da zona litorânea são representados pela maioria das ordens aquáticas, podendo ser casuais ou facultativos. Esta fauna encontra nos vegetais, além de abrigo e suporte, alimento na forma de detrito aderido nas paredes das plantas (MERRITT & CUMMINS, 1984; WARD, 1992). Esta comunidade é principalmente representada por insetos coletores e predadores, herbívoros e raspadores compõem parcela restrita da comunidade (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1993; SONODA, 1999; PEIRÓ & ALVES, 2004).

Plantas aquáticas ou macrófitas aquáticas são todas as plantas cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente ou por alguns meses em cada ano submersas ou flutuantes na coluna d'água (COOK, 1996). As propriedades das macrófitas aquáticas na retenção física de materiais particulados e sedimentos, sejam inorgânicos ou não, são bem reconhecidas na literatura (PEDRALLI & TEXEIRA, 2003), bem como a absorção de nutrientes (ESTEVES, 1998) e metais pesados (GIESY & GEIGER, 1996). A arquitetura e a forma biológica da macrófita também pode determinar a estruturação da comunidade perifítica, pois atuam diretamente sobre a disponibilidade de luz (sombreamento) e de área de colonização (CATTANEO et al., 1998, SANTOS et al., 2013).

Dada à heterogeneidade filogenética e taxonômica das macrófitas aquáticas, diferentes grupos dessas plantas são reconhecidos no Brasil, e elas são preferencialmente classificadas quanto ao seu biótopo. A vegetação encontrada nos ecossistemas aquáticos continentais é classificada em diversos grupos ecológicos: (i) emersas, (ii) flutuantes: retiram nutrientes diretamente da massa de água, (iii) enraizadas: têm a habilidade de

assimilar nutrientes presentes no sedimento, funciona como uma ‘Bomba de fósforo’, (iv) submersas livres e (v) enraizadas com folhas flutuantes: de grande importância para o ciclo de nutrientes dos lagos rasos (MITCHELL, 1974). Essa classificação reflete, principalmente, o grau de adaptação das macrófitas ao meio aquático (ESTEVES, 1998; THOMAZ; ESTEVES, 2011). Reflete inclusive a interação com o meio.

As macrófitas aquáticas apresentam grande capacidade de adaptação e amplitude ecológica sendo encontradas nas margens e nas áreas rasas de rios, lagos e reservatórios, mas também em cachoeiras e fitotelmos, nas regiões costeiras, em água doce, salgada e salobra (ESTEVES, 1998). Além disso, compreendem as formas macroscópicas de vegetação aquática, incluindo: macroalgas, musgos, espécies de pteridófitas adaptadas ao ambiente aquático e as verdadeiras angiospermas, originárias do ambiente terrestre (Programa Internacional de Biologia - IBP) com adaptações para a vida na água (SPENCER & BOWES, 1993; SCREMINDIAS et al., 1999).

3.2. Substratos artificiais: ferramenta no monitoramento dos corpos aquáticos

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados e o seu processo de colonização podem ser avaliados através da utilização de substratos artificiais (atratores). O uso de atratores é favorável no processo de colonização por estes organismos bentônicos por permitir a padronização da área de amostragem e o tempo exato do início do processo (RIBEIRO & UIEDA, 2005). Silveira & Queiroz (2006) afirmam que o uso dessa metodologia fornece uma maior riqueza e diversidade de organismos quando comparada aos amostradores tradicionais (busca fundo e dragas).

Os substratos artificiais são artefatos que procuram imitar, de forma parecida, as características do ambiente a ser amostrado, contendo material disponibilizado para a colonização por organismos bentônicos (BICUDO & BICUDO, 2004). Esses artefatos padronizados têm sido usados como uma forma de amenizar os problemas de variabilidade dos substratos naturais nos diferentes locais a serem estudados, sendo uma técnica empregada desde o início do Século XX (GUERESCHI, 2004).

Além disso, os substratos artificiais servem, originalmente, para coleta de macroinvertebrados bentônicos quando não possibilita o uso de equipamentos tradicionais. Outras vantagens da sua utilização são: a redução da variabilidade entre as amostras; maior controle das variáveis sobre o estudo; amostragens não destrutivas no ambiente estudado;

amostradores baratos e de fácil confecção; unidade amostral com menor quantidade de material estranho, permitindo uma triagem mais rápida (cp. BICUDO & BICUDO, 2004). Os resultados obtidos podem ser expressos em número de indivíduos ou táxons por unidade de amostra, por grama (peso uniformizado do material colonizado), ou ainda por centímetro quadrado (área uniformizada do substrato colonizado), dependendo do modelo escolhido (BRANDIMARTE et al., 2004).

Sendo assim, tais experimentos de colonização permitem conhecer a fauna de invertebrados presentes numa área, como também possibilitam a análise das mudanças que ocorrem na composição da comunidade ao longo do tempo (LIMA, 2002; CARVALHO & UIEDA, 2004; GUERESCHI, 2004). O uso de substratos artificiais como ferramenta no monitoramento dos corpos aquáticos e/ou do grau de degradação dos ecossistemas, resulta em previsões mais precisas do que aquelas feitas com os métodos tradicionais, o que leva a produzir subsídios que elaboram estratégias de manejo na conservação de sistemas aquáticos continentais (BICUDO & BICUDO, 2004).

Segundo Carvalho & Uieda (2004), os atratores artificiais são colonizados primeiramente por organismos menos exigentes dando condições favoráveis a outros grupos de organismos mais exigentes e especializados, resultando assim na sucessão ecológica. Assim, é importante a utilização conjunta dos métodos, de maneira a se obter a caracterização mais completa do ambiente aquático avaliado.

3.3. Qualidade e Composição da Água

A poluição a que os corpos d'água estão sujeitos, causada por diferentes fontes de origem urbana, rural e industrial, conduz à necessidade de planos de prevenção e recuperação ambiental, a fim de garantir condições de usos atuais e futuros, para diversos fins. Esses planos, além de medidas de acompanhamento de suas metas, através de fiscalização, requerem para sua proposição e efetiva implementação, dados que indiquem o estado do ambiente aquático. Para esse fim, os programas de monitoramento da qualidade da água são estabelecidos para avaliar as substâncias presentes na água, avaliadas sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (SANTOS et al., 2001).

A qualidade da água é representada por um conjunto de características intrínsecas, geralmente mensuráveis. O conjunto de todos os elementos que a compõe assegura determinado uso ou o conjunto de usos, bem como permite o estabelecimento de padrões

de qualidade e classificação da água (DERISIO, 2000). Analisando-se seus aspectos físicos, ressalta-se a temperatura, cor e turbidez como fatores diferenciados na busca da qualidade. Sua composição e qualidade é muito variável e está determinada pelo substrato do solo por onde a água transita ou onde está armazenada (BARROS et al., 2003).

A água contém uma ampla variedade de constituintes que podem ser medidos nesses programas de monitoramento da qualidade, relacionados aos três diferentes aspectos anteriormente mencionados. A Tabela 1 apresentada por SANTOS et al. (2001) lista alguns parâmetros, relacionados a cada um desses três aspectos.

Tabela 1. Alguns Parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água.

físicos	inorgânicos não metálicos	orgânicos	biológicos e microbiológicos	metálicos
Cor	Acidez	Demanda	Plâncton	Alumínio
Condutividade	Alcalinidade	bioquímica de	Macroinvertebrados	Arsênico
Odor	Boro	oxigênio (DBO)	Macrófitas	Bário
Sólidos	Dióxido de	Demanda	Algas	Berílio
Salinidade	carbono	química de	Coliformes totais	Cádmio
Sabor	Cloreto Cloro	oxigênio (DQO)	Coliformes fecais	Cálcio
Temperatura	(residual)	Ácidos voláteis	Salmonela	Cromo
Turbidez	Cianeto	orgânicos	Protozoários	Cobre
	Flúor Iodo	Carbono	Vírus	Ferro
	Nitrogênio	orgânico	Bactérias	Chumbo
	Oxigênio	Halogênio	Fungos	Lítio
	dissolvido	orgânico Metano		Magnésio
	Ozônio	Óleos e graxas		Manganês
	pH	Pesticidas		Mercúrio
	Fósforo Sílica	orgânicos Fenóis		Níquel
	Sulfato	Surfactantes		Potássio
	Sulfeto	Tanino e lignina		Selênio
	Sulfito			Prata
				Sódio
				Zinco

Fonte: SANTOS et al., 2001

Almeida e Schwartzbold (2003) observam dois fatores relevantes que interferem na qualidade da água de um rio: o espacial e o sazonal. O fator espacial está associado à localização geográfica dos usos impactantes como as áreas agrícolas, indústrias e centros urbanos. Já o fator sazonal está associado às variações de pluviosidade e vazão, que interferem em variáveis como pH, turbidez, sólidos totais e em suspensão. A intensidade das alterações no solo e na água tem sua magnitude e abrangência reguladas pelo tipo de atividade desenvolvida e pela forma como é conduzida.

Desta forma, as características dos sistemas lóticos estão intimamente ligadas à natureza da bacia de drenagem e as propriedades físicas, químicas e biológicas destes ambientes refletem as características da geologia, da vegetação, da ação antrópica e do declive do leito (HORNE & GOLDMAN, 1994).

3.4. Estudos no Brasil

Foi realizado um levantamento dos artigos científicos publicados no período de 1998 a 2018 (Tabela 2), com o objetivo de analisar os estudos científicos sobre a macroinvertebrados bentônicos, biomonitoramento de ecossistemas aquáticos utilizando substratos artificiais, macrófitas aquáticas, insetos aquáticos e sua taxonomia nas regiões brasileiras. Portanto, foram utilizadas as palavras-chave: insetos aquáticos, macrófitas aquáticas, substratos artificiais, biomonitoramento, qualidade da água no Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, na base eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO).

No Brasil, os primeiros trabalhos com macroinvertebrados bentônicos foram iniciados na década de 1960, na região amazônica por FITTKAU (1971) e REIS (1977) e na Represa de Americana por STRIXINO (1971) e ROCHA (1972). Em alguns estados do país, o enfoque de bioindicadores de qualidade de água começou a ser discutido recentemente por representantes de ONGs, governo, órgãos de fiscalização e empresas (MORENO e CALLISTO, 2006). Os estudos direcionados à comunidade de macroinvertebrados bentônicos tem seguido diversas vertentes, tanto ecológicas quanto de indicadores de biomonitoramento em reservatórios. Ambientes que formam planície de inundação frequente apresentam elevada abundância e riqueza de macroinvertebrados (JUNK et al., 1989).

O biomonitoramento começa a se consolidar como uma ferramenta útil e barata na avaliação da qualidade das águas continentais (QUEIROZ et al., 2008), uma vez que as metodologias de análise da qualidade das águas baseavam-se principalmente em parâmetros físico-químicos (ALABA-TERCEDOR, 1996). Os custos associados à análise da água, os tempos de resposta e as lacunas no conhecimento lavaram à procura por novas estratégias e os métodos biológicos passaram a ser utilizados de modo complementar às metodologias tradicionais de avaliação da qualidade da água (MENDES & OLIVEIRA, 2004).

Diversos pesquisadores têm demonstrado interesse por estudos sobre perifítons associados às macrófitas aquáticas (ALBERTONI & PALMA-SILVA, 2006; SILVA *et al.*, 2009; BATISTA-SILVA *et al.*, 2011; LOPES *et al.*, 2011; FULAN *et al.*, 2015). De acordo com Lima (2002), plantas aquáticas podem influenciar direta ou indiretamente no comportamento fisiológico de outros organismos. As macrófitas aquáticas possuem também a capacidade de remobilizar nutrientes do sedimento e/ou absorver ativamente formas inorgânicas dissolvidas na água e, posteriormente, liberá-los de volta ao ambiente sob a forma de substâncias solúveis. Estas ficam disponíveis durante a sua decomposição e, dependendo da magnitude e da forma como são liberadas tais substâncias, podem provocar alterações nas características físicas e químicas da água e do sedimento (LEITE, 2001).

Vale lembrar que, no país, a maior parte destes estudos ainda se concentram na região sudeste (Tabela 2). Dando seus primeiros passos, o Estado de Goiás tem uma história mais recente ainda de estudos com insetos aquáticos iniciada em 1993 (OLIVEIRA & SANTOS, 1994), tendo continuidade com outros estudos que focaram principalmente a ecologia de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) (OLIVEIRA et al., 1999; BISPO et al., 2001; BISPO et al., 2002, BISPO et al., 2006; BISPO & OLIVEIRA, 2007).

No entanto, algumas regiões são pioneiras nos estudos que utilizam os insetos como bioindicadores, como a região Centro-Oeste, Sudeste e Sul, nas quais se destacam os trabalhos de: Azevedo et al. (2012) no estado do Rio de Janeiro; Corrêa (2011) no estado de Goiás; Sonoda (2010) para o Distrito Federal; Trivinho-Strixino (2010) para o estado de São Paulo; Strieder et al. (2006) para o estado do Rio Grande do Sul; Bicudo e Bicudo (2004) para o estado de São Paulo; Bueno et al. (2003) para o estado do Rio Grande do Sul e Abílio (2002) para o estado de São Paulo (Tabela 2).

Várias pesquisas relacionadas à associação de macrófitas aquáticas com macroinvertebrados bentônicos, biomonitoramento e qualidade da água, vem sendo realizadas e aplicadas em programas de biomonitoramento de corpos d' água em todas as regiões do Brasil. Segundo Nessimian e Carvalho (1998) os insetos aquáticos podem habitar diferentes locais e apresentar adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que refletirão esses ambientes.

Em ambientes límnicos do Parque Estadual de Vila Velha-Paraná, foi realizado um estudo por Teitge et al. (2011), com foco na análise da qualidade hídrica através de guildas tróficas de macroinvertebrados. A pesquisa revelou integridade trófica e valores ótimos dos índices de riqueza e diversidade.

Strieder et al. (2006) aplicaram o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), baseando-se nos dados de riqueza em relação às diferentes campanhas de coleta, utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, e o índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para a avaliação da qualidade da água do rio dos Sinos – RS.

Amorim & Castillo (2009), analisaram a fauna de invertebrados bentônicos como bioindicadores no baixo rio Perequê na cidade de Cubatão-SP e evidenciaram uma diminuição significativa na riqueza taxonômica, equitabilidade, diversidade e densidade total de organismos em pontos amostrais localizados próximo às áreas industriais. Na planície de inundação do Rio Paraná, Milesi et al. (2009) registrou abundância de 17.039 invertebrados bentônicos, os quais apresentaram riqueza de taxa elevada, sendo pertencentes aos 27 táxons distintos.

Corrêa (2011) testou a hipótese de que em ambientes mais heterogêneos existem maior abundância e riqueza de insetos aquáticos, observando a influência da heterogeneidade ambiental no processo de colonização e estrutura da comunidade de insetos aquáticos em um riacho de Cerrado. Jancsó (2005), verificou a macrofauna fitófila de *Eichhornia azurea* em lagoas marginais no período de estiagem no rio Mogi-Guaçu no estado de São Paulo e notificou a presença de 1894 indivíduos distribuídos em 28 táxons, sendo que Insecta representou mais de 84% da fauna total.

Azevedo et al. (2012) fizeram uma descrição da comunidade de estrutura de macroinvertebrados do Rio Mato Grosso, comparando quatro locais com diferentes características abióticas. Silva *et al.* (2009) analisaram a fauna de insetos aquáticos associados a macrófitas e a similaridade entre os pontos de coleta do rio Correntoso, no

município de Aquidauana do estado de Mato Grosso do Sul. As regiões Norte e Nordeste apresentam um número menor de estudos sobre o biomonitoramento e taxonomia de macroinvertebrados bentônicos. Contudo, nos últimos anos observa-se um aumento de pesquisas que trazem uma análise mais abrangente sobre esses organismos, além de estudos taxonômicos de algumas ordens como Trichoptera, Coleoptera, Odonata, Diptera e Ephemeroptera (Tabela 2). Essas regiões apresentam grande diversidade, apesar dos poucos recursos aquáticos que ainda restam sem interferência antrópica (OTTONI, 2009; COSTA *et al.*, 2014).

Tabela 2. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

NORTE		
AUTOR E ANO	CIDADE E ESTADO	TEMA ABORDADO
Braga, C. E S. & Gutjahr, A. L. N., 2018	PARAGOMINAS – PA	INVENTÁRIO E ANÁLISE DE MACROINVERTEBRADOS
Cleto Filho, S. E. N.; Walker, I. 2001	MANAUS – AM	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Fernandes, A. S. ,2010	MANAUS - AM	TAXONOMIA DE ELMIDAE (Insecta, Coleoptera)
Fidelis, L. et al., 2008	MANAUS – AM	INSETOS AQUÁTICOS
Fulan, J. A. et al., 2015	HUMAITÁ - AM	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófitas)
Lopes, M. J. N. et al., 2008	MANAUS – AM	BIOMONITORAMENTO (macroinvertebrados)
Lopes, A. et al., 2011	MANAUS – AM	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófitas)
Pereira, D. L. V. et al., 2007	MANAUS – AM	HEMIPTERA (chave de identificação)
Roque, F. O. et al., 2012	ACRE – AC	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Vieira, L. J. S. et al., 2012	ACRE – AC	DIPTERA (chironomidae)
NORDESTE		
AUTOR E ANO	CIDADE E ESTADO	TEMA ABORDADO
Abílio, F.J.P. et al., 2005	SÃO MAMEDE E SOUSA - PB	DIPTERA (Chironomidae)
Abílio, F. J. P. et al., 2007	JOÃO PESSOA - PB	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Anacléto, M. J. P. , 2012	CAMPINA GRANDE - PB	CHIRONOMIDAE (Diptera/Insecta)
Araújo, E. S. et al., 2012	PETROLINA - PE	RIQUEZA E DIVERSIDADE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
Andrade, H. T. A. et al., 2008	RIO GRANDE DO NORTE - RN	INVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Fonte: COELHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

Brito-Junior, L. et al., 2005	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS – PB	DIPTERA (CHIRONOMIDAE E OUTROS INSETOS)
Costa, A. M. et al., 2014	PIAUI – PI	TRICHOPTERA (Annulipalpia)
Cunha, J. C. S. et al., 2014	TAMANDARÉ - PE	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Ferreira, C. W.D13 S. et al., 2010	SERRA TALHADA - PE	CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA
Filho, R. A. P. , 2016	FORTALEZA - CE	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS
Linares, M. S. et al., 2013	RIO LARGO - AL	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Otoni, B. M. P. et al., 2009	AÇU - RN	EPHEMEROPTERA
Rodrigues, I. S. et al., 2015	ITAPETINGA - BA	ODONATA
Salles, F. F. et al., 2005	ALAGOAS E RIO DE JANEIRO	EPHEMEROPTERA
Santana, A. C. D. et al., 2009	SÃO JOÃO DO CARIRI - PB	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófita)
Souza, A. H. F. F. et al., 2008	PATOS – PB	COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO ECOLÓGICA DO ZOOBENTOS
Souza, F. N. , 2013	ILHÉUS - BA	INSETOS AQUÁTICOS COMO INDICADORES
Santos, I. G. A.; Rodrigues, G. G., 2015	TAMANDARÉ - PE	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
CENTRO-OESTE		
AUTOR E ANO	CIDADE E ESTADO	TEMA ABORDADO
Aburaya, F. H.; Callil, C. T., 2007	CÁCERES – MT	DIPTERA (chironomidae)
Barbosa, F. F. et al., 2011	IACIARA – GO	TRICHOPTERA
Batista-Silva, V. F. et al., 2011	MUNDO NOVO – MS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófitas)
Corrêa, T. F. ,2011	ANÁPOLIS - GO	COLONIZAÇÃO DE INSETOS AQUÁTICOS
Cardoso, I. L. et al., 2014	AQUIDAUANA - MS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)

Fonte: COELHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

Cordeiro, G. G. et al., 2016	DISTRITO FEDERAL - DF	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Dalzochio, M. S. et al., 2011	MATO GROSSO DO SUL – MS	ODONATA
Dias-Silva, K. et al., 2013	NOVA XAVANTINA – MT	HEMIPTERA
Floriano, C. F. B. et al., 2013	MATO GROSSO DO SUL – MS	HEMIPTERA (Checklist)
Giuliatti, T. L.; Carvalho, E. M., 2009	DOURADOS – MS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Giehl, N. F. S. et al., 2015	NOVA XAVANTINA – MT	HEMIPTERA (Gerridae)
Inácio, D. V. ,2012	BRASÍLIA - DF	MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA RECUPERAÇÃO DO SOLO
Juen, L. et al., 2014	MATO GROSSO - MT	ODONATA
Moretti, M. S. et al., 2003	NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO – MT	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Martins-Silva, M. J. et al., 2008	S/C GOIÁS – GO	TRICHOPTERA
Monteiro, T. R. et al., 2008	ITAUÇÚ – GO	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Nogueira, D. S.; Cabette, H. S. R., 2011	MATO GROSSO - MT	TRICHOPTERA (Checklist)
Ordiale, P. R. , 2010	ANÁPOLIS - GO	COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS
Oliveira-Junior, J. M. B. et al., 2013	MATO GROSSO - MT	ODONATA
Righi-Cavallaro, K. O. et al., 2010	MATO GROSSO DO SUL – MS	EPHEMEROPTERA, TRICHOPTERA, PLECOPTERA
Shuvartz, M. et al., 2005	CALDAS NOVAS - GO	TRICHOPTERA
Salcedo, A. K. M. , 2011	BRASÍLIA - DF	MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS
Silva, F. H. et al., 2009	PANTANAL DO NEGRO – MS	INSETOS AQUÁTICOS (macrófitas)
Souza-Franco, G. M. et al., 2009	MATO GROSSO DO SUL – MS	INSETOS AQUÁTICOS (macrófitas)
Sonoda, K. C., 2010	PLANALTINA – DF	INSETOS AQUÁTICOS

Fonte: COÊLHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

Souza, H. M. L. et al., 2011	S/C MATO GROSSO - MT	EPHEMEROPTERA (Baetidae)
Saito, V. S.; Mazão, G. R., 2012	MIMOSO - GO	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Shimano, Y. et al., 2012	ARAGUAIANA – MT	EPHEMEROPTERA
Santana, H. S. et al., 2015	GOIÁS – GO	INSETOS AQUÁTICOS
Soares, J. A. C. et al., 2015	MATO GROSSO DO SUL – MS	ODONATA
Wantzen, K. M. & PINTO-SILVA, V., 2006	MATO GROSSO - MT	USO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS
Zardo, D. C. et al., 2013	CAMPO VERDE – MT	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
SUDESTE		
AUTOR E ANO	CIDADE E ESTADO	TEMA ABORDADO
Abilio, F. J. P., 2002	SÃO CARLOS - SP	GASTRÓPODES
Arias, A. R. L. et al., 2006	RIO DE JANEIRO - RJ	UTILIZAÇÃO DE BIOINDICADORES
Amorim, R. M. et al., 2004	NOVA FRIBURGO – RJ	DIPTERA (Chironomidae)
Assis, J. C. F. et al., 2004	MARICÁ - RJ	ODONATA
Azevedo, R. S. et al., 2012	JUIZ DE FORA - MG	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Bispo, P. C. & Oliveira, L. G. , 2007	ASSIS – SP	EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA ETRICOPTERA (Insecta)
Buss, D. F. et al., 2003	RIO DE JANEIRO - RJ	BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
Brandimart, A. L. et al., 2004	SÃO CARLOS - SP	INVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Bicudo & Bicudo, 2004	SÃO CARLOS - SP	INVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Brigante, J. et al., 2003	SÃO CARLOS - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Carvalho, E. M. & Uieda, V. S. ,2004	ITATINGA - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Fonte: COELHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

Correia, L. C. S. & Trivinho-Strixino, S.,2005	SÃO CARLOS - SP	CHIRONOMIDAE (DIPTERA) EM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS
Dornfeld, C. B.; Fonseca-Gessner, A., 2005	SÃO CARLOS - SP	DIPTERA (Chironomidae, macrófitas)
Dias, L. G. et al., 2007	SÃO PAULO – SP	EPHEMEROPTERA (Ephemeroelloidae)
De Marco, P. JR & Latini, A. O. ,1998	RIO DE JANEIRO - RJ	LARVAS DE ANISOPTERA (Odonata)
Flor, T. R.; Souto, H. N., 2016	COROMANDEL – MG	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Fonseca, D. G. ,2011	SÃO CARLOS - SP	PRESENÇA DE MACRÓFITAS NOS MACROINVERTEBRADOS
Froehlich, C. G. 2010	SÃO PAULO – SP	PLECOPTERA (checklist)
Gomes, J. G. ,2016	SÃO CARLOS - SP	DIVERSIDADE DE DYTISCIDAE (COLEOPTERA)
Goulart, M. D. C. & Callisto, M. ,2003	MINAS GERAIS - MG	BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA LARVAS DE ODONATA COMO BIOINDICADORES
Gonçalves, R. C. ,2012	UBERLÂNDIA - MG	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Guereschi, R.N, 2004	SÃO CARLOS - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Henriques-Oliveira, A. L. et al., 2010	SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO SP-RJ	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Leite-Rossi, L. A. et al., 2015	SÃO CARLOS - SP	MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS
Lima, J. B., 2002	SÃO CARLOS - SP	IMPACTOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS
Kikuchi, R. M.; Uieda, V. S., 2005	ITATINGA - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Molozzi, J. et al., 2011	BELO HORIZONTE – MG	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Mugnai, R. et al., 2010	RIO DE JANEIRO - RJ	MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS
Oliveira, V. C. et al., 2014	JUIZ DE FORA - MG	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Peiró, D. F.; Alves, R. G., 2006	AMÉRICO BRASILIENSE - SP	INSETOS AQUÁTICOS (macrófitas)

Fonte: COÊLHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

Pratte-Santos, R. et al., 2011	VILA VELHA – ES	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófitas)
Pompêo, M. et al., 1999	SÃO PAULO - SP	MACRÓFITA AQUÁTICA
Queiroz, J. F. et al., 2008	JAGUARUNA - SP	ORGANISMOS BENTÔNICOS
Ribeiro, L. O. & Uieda, V. S., 2005	SÃO PAULO - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Silva, M. S. G. M. et al., 2012	JAGUARIÚNA - SP	COLETORES COM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DA FAUNA BENTÔNICA
Santos, M. B. L. et al., 1998	RIO DE JANEIRO - RJ	COLETORES COM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS
Silveira, M. P. & Queiroz, J. F. , 2006	JAGUARIÚNA - SP	NOVA ESPÉCIE DE TANYTARSUS (Insecta, Diptera, Chironomidae)
Strixino, T. S. & Sonoda, K. C. , 2006	SÃO CARLOS - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Silva, F. L. et al., 2007	BAURU - SP	DIPTERA (Chironomidae)
Silva, F. L. et al., 2008	DOIS CÓRREGOS – SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Silva, F. L. et al., 2009	BAURU– SP	COLEOPTERA
Segura, M. O. et al., 2012	PINDAMONHANGABA - SP	CHIRONOMIDAE (Diptera)
Sonoda, K. C., 1999	SÃO CARLOS - SP	FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGIA
Esteves, F. A., 2011	RIO DE JANEIRO - SP	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Thomazi, R. D. et al., 2008	VILA VELHA - ES	DIPTERA (Chironomidae)
Trivinho-Strixino, S., 2010	SÃO PAULO - SP	MACRÓFITAS AQUÁTICAS
Yamauchi, A. K. F. , 2014	JABOTICABAL - SP	

Fonte: COÊLHO, 2019

Tabela 2.Continuação. Trabalhos científicos publicados no período de 1998 a 2018, na base de consulta *Scielo*, separados por autor em ordem alfabética, local de desenvolvimento, grupos de organismos (macroinvertebrados e insetos) ou ordens de insetos, para cada região do Brasil.

SUL		
AUTOR E ANO	CIDADE E ESTADO	TEMA ABORDADO
Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C., 2006	RIO GRANDE – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófitas)
Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C., 2010	RIO GRANDE – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Beneti, C. J. et al, 2006	RIO GRANDE DO SUL - RS	COLEOPTERA (Chave de identificação)
Biasi, C.; Restello, R. M., 2010	ERECHIM – RS	DIPTERA (Chironomidae, biomonitoramento)
Biasi, C. et al., 2010	RIO GRANDE DO SUL – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Barbola, I. F. et al., 2011	CARAMBEÍ – PR	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Bueno, A. A. P. et al., 2003	RIO GRANDE DO SUL - RS	INVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Copatti, C. E. et al., 2010	CRUZ DAS ALMAS – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Favretto, M. A. et al., 2011	JOAÇABA – SC	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (macrófita)
Konig, R. et al., 2008	ERECHIM – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)
Milesi, S. V. et al., 2008	ERECHIM – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
Nunes, P. R. A. et al., 2014	URUGUAIANA - RS	INSETOS AQUÁTICOS BIOINDICADORES
Nascimento, L. V. et al., 2011	RIO GRANDE – RS	COLEOPTERA (macrófita)
Pacholok, L. F. et al., 2017	GUARAPUAVA - PR	INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA
Pires, J. R. et al., 2015	SANTA CATARINA - SC	INSETOS AQUÁTICOS
Strieder, M. N. et al., 2006	NOVO HAMBURGO – RS	MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (biomonitoramento)

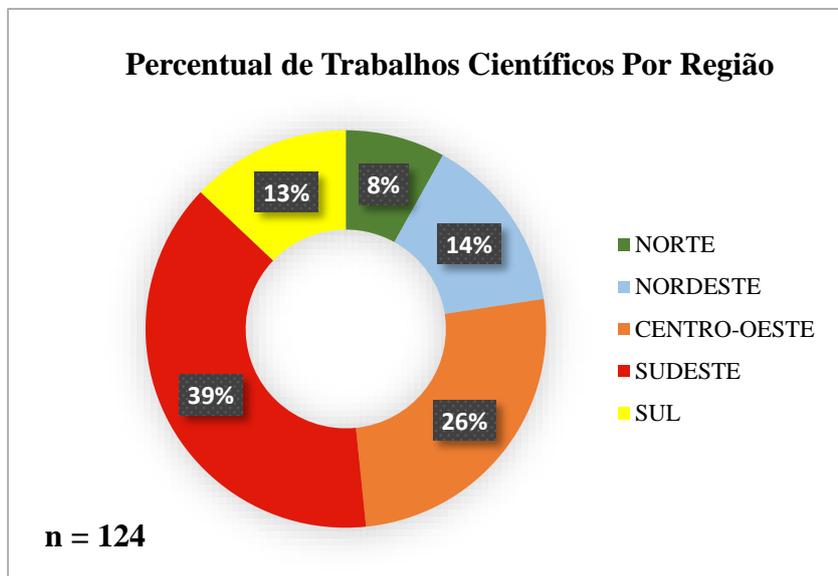
Fonte: COÊLHO, 2019

Adicionalmente, substratos artificiais acumulam grande quantidade de material orgânico e inorgânico, indispensáveis para incorporação de diversos táxons que poderão mudar o ambiente e causar o processo sucessional (SILVEIRA et al., 2006). A sucessão ecológica é caracterizada pela substituição progressiva de uma comunidade por outra. Contudo, esse conceito não se restringe apenas a substituição de espécies, mas engloba uma substituição do padrão de biomassa e modificação contínua do ambiente (RIBEIRO & UIEDA, 2005; ANJOS & TAKEDA, 2010). Com isso, a composição dos macroinvertebrados em substratos artificiais é determinada pela complexa relação dos fatores bióticos e abióticos (ELLSWORTH, 2000).

Além dessa abordagem, esses organismos já foram utilizados em estudos de testes de eficiência de índices biológicos (OLIVEIRA & CALLISTO, 2007; GONÇALVES & MENEZES, 2011; BEGHELLI et al., 2015), influência dos efeitos sazonais (VASCONCELOS & MELO, 2008; LIGEIRO et al., 2010; STROHSCHOEN & WURDIG, 2015) e de substratos na variação das assembleias (OLOMUKOKU & TOCHUKWU, 2006; THOMAZI et al., 2008; LEITE-ROSSI et al., 2015), interações com ictiofauna (COPATTI et al., 2010, 2012; ZATTI et al., 2012) ou macrófitas aquáticas (SANTANA et al., 2009; SAULINO & TRIVINHO-STRIXINO, 2014; PEIRÓ et al., 2016). Nesse contexto, estudos que objetivam analisar a variação temporal dessa fauna a partir da correlação com os fatores abióticos se tornam indispensáveis para verificar os possíveis preditores ambientais que influenciam a comunidade ao longo do tempo (LISBOA, 2012)

Considerando o número de artigos científicos publicados no período de 1998 a 2018 (n=124), a região Sudeste tem o maior número de estudos desenvolvidos relacionados com insetos aquáticos, macrófitas aquáticas e taxonomia de insetos que possuem pelo menos uma fase do ciclo de vida na água como Coleoptera, Ephemeroptera, Odonata e Diptera, correspondendo a 39%, seguida da região Centro-Oeste com 26%, região Sul com 13% e a região Nordeste com 14%. O menor número de pesquisas é encontrado na região Norte com 8% (Figura 1). O estudo com substratos artificiais estão presentes apenas na região centro-oeste e sudeste.

Figura 1. Percentual de trabalhos científicos sobre insetos aquáticos associados às macrófitas aquáticas e aos substratos artificiais para o biomonitoramento da qualidade da água, publicados no período de 1998 a 2018 (n = 124), registrados na base de consulta *Scielo*, para cada região do Brasil.



Fonte: COÊLHO, 2019

Tendo em vista que muitos pesquisadores do Brasil vêm desenvolvendo estudos com macroinvertebrados aquáticos de diversos ecossistemas brasileiros com características distintas, estão mais relacionados a estudos ecológicos, taxonômicos e biológicos, ocasionando uma carência de estudos sobre a utilização de insetos aquáticos como bioindicadores da qualidade da água limitando o conhecimento sobre esses organismos. Contudo, pesquisadores da região Nordeste vem ampliando os estudos com insetos aquáticos como ferramenta no biomonitoramento da qualidade da água devido as dificuldades que a região apresenta em determinados períodos do ano, além dos impactos antrópicos, na qual há uma necessidade maior de monitorar, proteger e preservar os recursos hídricos.

4. BIBLIOGRAFIA

- ABÍLIO, F. J. P., 2002. Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associado a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Programa de PósGraduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos – SP. São Carlos-SP, p.175.
- ABÍLIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F. F.; FLORENTINO, H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade Ambiental de Corpos Aquáticos da Caatinga. *Oecologia Brasiliense.*, 11 (3): 397-409, 2007.
- ABÍLIO, F. J. P., FONSECA-GESSNER, A. A., ATANABE, T. & LEITE, R. L. 2005. Fauna de Chironomidae e outros insetos aquáticos de açudes do semi-árido paraibano, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 12(2), 255-264.
- ABURAYA, F. H.; CALLIL, C. T. 2007. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (3): 565-572.
- ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. 2010. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de rio grande. *Cadernos de Ecologia Aquática*, 5 (1): 9-27.
- ALBERTONI, E. F. & PALMA-SILVA, C. E., 2006. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas flutuantes em canais urbanos de escoamento pluvial. *Neotropical Biology and Conservation* 1(2):90-100.
- ALBA-TERCEDOR, J., 1996. Macroinvertebrados acuaticos y calidad de las aguas de los ríos. In: IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), v. II. p. 203-213.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A., 2003. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 1, p. 81-97.
- AMORIM, R. M.; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. 2004. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Lundiana*, 5(2):119-127.
- AMORIM, A. C. F. & CASTILLO, A. R., 2009. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo Rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, PUCRS, Uruguaiana, 7(1):16-22.
- ANACLÉTO, M. J. P. Chironomidade (Diptera, Insecta) como bioindicadores na avaliação da qualidade da água dos reservatórios do semiárido Paraíbano. Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campina Grande, 2012.

ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F. 2008. Estrutura de comunidades de invertebrados bentônicos com enfoque nos insetos aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *EntomoBrasilis*, 1(3):51-56.

ANJOS, A. F.; TAKEDA, A. M., 2010. Estrutura da comunidade das larvas de Chironomidae do rio Paraná, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* (Online), v.32, p. 131-140.

ARAÚJO, E. S.; SABINO, J. H. F.; COTARELLI, V. M.; FILHO, J. A. S.; CAMPELO, M. J. A. Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina-PE. *Diálogos & Ciência*, no 32, dezembro de 2012.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde Coletiva*, p. 9-12, v.2, 2007.

ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Marica-RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.48, p.273-282, 2004.

AZEVEDO, R. S.; DUMAS, L.; RODRIGUES, D.; REZENDE, C. F.; CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; NESSIMIAN, J., 2012. Community of Aquatic Macroinvertebrates in an Atlantic Forest Stream, Brazil. *EntomoBrasilis*, 5(3): 179-184.

BARBOSA, F. F.; GODOY, B. S.; OLIVEIRA, L. G. 2011. Trichoptera Kirby (Insecta) immature fauna from Rio das Almas Basin and Rio Paranã, Goiás State, Brazil, with new records for some genera. *Biota Neotropica*, 11 (4): 21-25.

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F. P. G.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; MILLÉO, J.; SCHÜHLI, G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do Rio Pitangui, Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 101, n.1-2, p.15-23, jun, 2011.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B., 1999. Rápido protocolos de bio-avaliação para uso em córregos e rios que podem ser embarcados: perifíton, bentônico macroinvertebrados e peixes. EPA 841-B-99-002. Washington 2 ed., DC.: U.S. *Environmental Protection Agency*. Office of Water.

BAPTISTA, D. F., 2008 Uso de Macroinvertebrados em Procedimentos de Biomonitoramento em Ecossistemas Aquáticos. *Oecologia brasiliensis*, 12(3): 425-441.

BARROS, M. S.; PFAU, L. A.; OROSKI, F. I., 2003. Análise da Qualidade da Água em Estabelecimento Leiteiros Associados da Cooperativa Agropecuária Batavo-Carambeí-PR.

BATISTA-SILVA, V. F.; BONETO, D. D.; BAILLY, D.; ABELHA, M. C. F.; KASHIWAQUI, E. A. L., 2011. Invertebrates associated to *Eichhornea azurea* Kunth in a lagoon of the Upper Paraná River: composition, community attributes and influence of abiotic factors. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23 (4): 376-385.

BEGHELLI, F. G. S.; CARVALHO, M. E. K.; PECHE FILHO, A.; MACHADO, F. H.; MOSCHINI-CARLOS, V.; PONPÊO, M. L. M.; RIBEIRO, A. I.; MEDEIROS, G. A., 2015. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na Bacia do rio Jundiá-Mirim-SP-BR. *Brazilian Journal Aquatic Science Technology*, p.28-29.

BENETTI, C. J.; FIORENTIN, G. L.; CUETO, J. A. R.; NEISS, U. G. Chaves de identificação para famílias de coleópteros aquáticos ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v.1, n.1, p. 24 – 28, 2006.

BIASI, C.; RESTELLO, R. M. 2010. Incidência de deformidades morfológicas em larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) como ferramenta de avaliação da qualidade da água em riachos de Erechim – RS. Vivências: *Revista Eletrônica de Extensão da URI*, 6 (9): 136-148.

BIASI, C.; KONIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A. M.; SENSOLO, D.; SOBCZAK, J.; CARDOS, R. S. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do Alto Uruguai (RS). *Perspectiva*, v. 34, n. 125, p. 67-77, 2010.

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

BISPO, P.C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M. & SOUSA, K. G., 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera form riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology*, 66 (2B): 611-622.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; CRISCI, V. L.; SILVA, M. M., 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 13, n.2, p. 1 – 9.

BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. & OLIVEIRA, L. G., 2002. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountain area of Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62(3): 409-417.

- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G., 2007. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (Insecta) assemblages from rifles in mountain streams of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2): 283-293.
- BRANDIMART, A. L.; SHIMIZU, G. Y.; ANAYA, M. & KUHLMANN, M. L., 2004. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: Bicudo, C.E., Bicudo, D.C. (Org). *Amostragem em limnologia* São Carlos: *Rima editora*, p. 213-230.
- BRAGA, B; PORTO, M. TUCCI, C. E. M., 2006. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. *Escrituras Editora*, São Paulo – SP. cap. 5, p. 145-160.
- BRAGA, C. E. S. & GUTJAHR, A. L. N. Inventário e análise dos macroinvertebrados aquáticos bioindicadores da qualidade da água no Rio Uraim, Paragominas, Pará, Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.15 n.28, 2018.
- BRIGANTE, J.; DORNFELD, C.B.; NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A., 2003. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. p.181-187 In: Brigante, J. & Espíndola, E.L.G. (org.), *Limnologia fluvial*. Editora RIMA, São Carlos – SP.
- BRITO-JUNIOR, L. ABÍLIO, F. J. P.; WATANABE, T. 2005. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. *Entomologia y Vectores*, 12 (2): 149-157.
- BONADA, N; PRAT, N; RESH, V.H; STATZNER, B. Developments in aquatic insect biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomology*, v. 51, p. 495–523, 2006.
- BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G & FERREIRA, B. D. P., 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20(1):115-125.
- 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. *Caderno de Saúde Pública*; 19(2): 465-473.
- BUSS, D. F., 2001. Utilizando Macroinvertebrados no Desenvolvimento de um Procedimento Integrado de Avaliação da Qualidade da Água de Rios. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000117&pid=S0102311X20030020001300015&lng=pt>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

CARDOSO, I. L.; ANDRADE, M. H. S.; CORREA, J. S.; BARROS, A. 2014. Índice de estado trófico (IET) e biological monitoring working party (BMWP): uma análise comparativa para avaliação da qualidade da água. *Revista Eletrônica de Biologia*, 7 (3): 342-356.

CARMO, M. A. M. & LACERDA L. D., 1984. Limnologia de um brejo entre dunas em Maricá, RJ. In: Restingas: origens, estruturas, processos (L. D. Lacerda, D. S. D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turcq, orgs.). CEUFF-Universidade Federal Fluminense, Niterói, p.453-458.

CARVALHO, E. M. & UIEDA, V. S., 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2):287-293.

CAJARAVILLE, M. P.; BEBIANNO, J.M.; BLASCO, J.; PORTE, C.; SARASQUETE, C.; VIARENGO, A., 2000. The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. *Sci Total Environ*. 247:295-311.

CLETO FILHO, S. E. N.; WALKER, I. 2001. Efeitos da ocupação urbana sobre macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(1): 69-89.

COPATTI, C. E.; COPATTI, B. R.; BARBOSA, S.; DAL SOLER, C., 2012. Macrodieta de três espécies de peixes do Rio Cambará, Bacia do Rio Uruguai. *Perspectiva, Erechim*, v.36, p.129-137.

COPATTI, C. E.; SCHIRMER, F. G.; MACHADO, J. V. V., 2010. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma Microbacia no Sul do Brasil. *Perspectiva, Erechim*, v.34, p.79-91.

CORREIA, L. C. S. & TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (Diptera) em substratos artificiais num pequeno reservatório: Represa do Monjolinho, São Carlos, São Paulo, Brasil. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0328-03812005000200010. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

CORRÊA, T. F., 2011. Efeitos da complexidade de substratos sobre a colonização de insetos aquáticos. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO.

CORDEIRO, G. G.; GUEDES, N. M.; KISAKA, T. B. NARDOTO, G. B. 2016. Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 11 (3): 702-710.

COSTA, A. M.; QUINTEIRO, F. B.; CALOR A. R. 2011. Trichoptera do Semiárido I: Annulipalpia. Artrópodes do semiárido: biodiversidade e conservação, capítulo 17, p. 16.

- COOK, C. D. K.; URMI-KÖNIG, K. A revision of the genus *Egeria* (Hydrocharitaceae). *Aquatic Bot.*, v. 19, p. 73-96, 1996.
- CUNHA, J. C. S.; FILHO, R. G. B.; SILVA, R. P.; SANTOS, I. G. A.; RODRIGUES, G. G. 2014. Benthic macrofauna and the limnological parameters of a first-order stream in Atlantic Forest of Brazilian Northeast. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26 (1): 26-34.
- CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M. A.; GATES, D. M.; PERRY, J. B. & TALIAFERRO, W. B., 1989. Shredders and riparian vegetation. *Bioscience* 39(1):24-30.
- DALZUCHIO, M. S.; COSTA, J. M.; UCHÔA, M. A. 2011. Diversity of Odonata (Insecta) in lotic systems from Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(1): 88-94.
- DE MARCO, JR, P. & LATINI, A.O., 1998. Estrutura de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata). In *Ecologia de Insetos Aquáticos* (J.L. Nessimian & A.L. Carvalho, eds.). *Séries Oecologia Brasiliensis*, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, v.5, p.101-112.
- DERISIO, J. C., 2000. Introdução ao controle da poluição ambiental. São Paulo: 2º ed. *Signus*. 75p.
- DEVÁI, G., 1990. Antecedentes ecológicos e importância da mudança da fauna de Chironomidae no raso lago Balaton. *Hidrobiologia*, 191:189-198.
- DIAS L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 2007. cap. 17, p. 955-990.
- DIAS-SILVA, K.; CABETTE, H. S.; GIEHL, N. F. S. JÜEN, L. 2013. Distribuição de Heteroptera Aquáticos (Insecta) em Diferentes Tipos de Substratos de Córregos do Cerrado Matogrossense. *EntomoBrasilis*, 6(2): 132-140.
- DINIZ, C.R., 1995. Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários para consumo humano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-PB. p.143.
- DORNFELD, C. B.; FONSECA-GESSNER, A. A. 2005. Fauna de Chironomidae (Diptera) associada à *Salvinia* sp. e *Myriophyllum* sp. num reservatório do córrego do Espreado, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- ESTEVEZ, F., 1998. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: *Interciência*. p.130.
- ESTEVEZ, F. A., 2011. (Org.) Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: *Interciência*. p.826.

- ELLSWORTH, J. B., 2000. Surviving change: A survey of educational change models. Clearinghouse on Information & Technology, Syracuse University. Ed. 377, p.300.
- EXTENCE, C. A., 1981. The effect of drought on benthic invertebrate communities in a lowland river. *Hydrobiologia*, n. 83, p. 217 – 224.
- FERNANDES, A. S. Taxonomia de Elmidae (Insecta, Coleoptera) do Município de Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2010.
- FERREIRA, C. W. S., LIMA, C. S., CAVALCANTI, L. C. S., SANTOS, A. H. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Saco I, no município de Serra Talhada - PE, Brasil. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010.
- FAVRETTO, M. A.; HOELTGEBAUM, M. P.; LINGNAU, R. AGOSTINI, F. M. D. 2011. Entomofauna em Duas Espécies de Bromélias no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *EntomoBrasilis*, 4(1): 10-12.
- FIDELIS, L.; NESSIMIAN, J. L.; HAMADA, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 38(1): 127-134.
- FILHO, R. A. P. 2016. Recuperação de áreas degradadas no semiárido com tamboril usando diferentes técnicas de manejo. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Cgrárias. Tese de mestrado, Fortaleza, CE.
- FITTKAU, E.J., 1971. Distribution and ecology of Amazonian Chironomids (Diptera). *Can. Ent.* v. 103, p. 407-413.
- FLOR, T. R.; SOUTO, H. N. 2016. Biomonitoramento do lago poço verde situado na região de Coromandel (mg), utilizando macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade da água. *Getec*, 5 (10): 12-30.
- FLORIANO, C. F. B.; OLIVEIRA, I. A. D. V.; MELO, A. L. 2013. New records and checklist of aquatic and semi-aquatic Heteroptera (Insecta: Hemiptera: Gerromorpha and Nepomorpha) from the Southern region of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biota Neotropical*, 13(1). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/en/abstract?inventory+bn01813012013>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.
- FROEHLICH, C.G. 2010. Guia on-line: Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online. Acesso em: 22 de novembro de 2019.
- FORATTINI, O. P; MASSAD, E., 1998. Culicidae vectors and anthropic changes in a southern Brazil natural ecosystem. *Ecosystem Health*, v. 4, p. 9-19.

- FONSECA, D. G. Efeitos da presença de macrófitas nos macroinvertebrados de córregos tropicais. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2011.
- FULAN, J. A.; SILVA, V. V.; ANJOS, M. R., 2015. Colonização de macroinvertebrados durante a decomposição de *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth em uma lagoa, sul do estado do Amazonas. *Ambiência Guarapuava (PR)*, 11(3): 629–637.
- GIEHL, N. F. S. FONSECA, P. V. B.; DIAS-SILVA, K.; BRASIL, L. S.; CABETTE, H. S. R. 2015. Efeito de fatores abióticos sobre *Brachymetra albinervis albinervis* (Heteroptera: Gerridae). *Série Zoologia*, 105(4):411-415.
- GIESY, J.P. & GEIGER, R.A. 1996. Relative Mobilization of zine, Cerium and Americium from Sediment in an Aquatic Microcosm. Pp 304-318. *in*: J.P. GIESY, (eds.), *Microcosm in ecological Research*. Department of energy Symposium, Georgia. 453p
- GIULIATTI, T. L.; CARVALHO, E. M. 2009. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. *Interbio*, 3 (1): 4-14.
- GLOWACKA, I., SOSZKA, G. J. & SOSZKA, H., 1976. Invertebrates associated with Macrophytes. In *Selected problems of lake littoral ecology* (E. Pieczynska ed.). Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawskiego, Warszawa, p.97-122.
- GOMES, J. G. Diversidade de Dytiscidae (Coleoptera) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. São Carlos, 2016.
- GONÇALVES, F. B. & MENEZES, M. S., 2011. Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná, sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v.1, p.13-29.
- GONÇALVES, R. G. Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d'água no Cerrado. Instituto Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, 2012.
- GOULART, M.; CALLISTO, M., 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, no 1.
- GUERESCHI, R.N., 2004. Macroinvertebrados Bentônicos em córregos da estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP: subsídios para Monitoramento Ambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos – SP, p.82.
- HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, p.63-69, 2003.
- HORNE, A. GOLDMAN, C.R., 1994. *Limnology*. Mc. Gram Hill. Inc.

INÁCIO, D. V. Avaliação do uso de macrófitas aquáticas na recuperação do solo e no desenvolvimento de espécies arbóreas do cerrado em áreas degradadas adjacentes ao reservatório utilizado pela usina hidrelétrica Corumbá IV. Universidade Católica de Brasília, 2012.

JANCSÓ, M. A., 2005. Macroinvertebrados da fitofauna de *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth em duas lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica do Jataí, Luíz Antônio, SP, Brasil). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T. ROSENBERG, D. M., 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M.; Resh, V. H. (Ed.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. *Chapman and Hall*. p. 195-233.

JUEN, L.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B. SHIMANO, Y.; MENDES, T. P.; CABETTE, H. S. R. 2014. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazônica*, 44(2): 175 – 184.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R. E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplains systems. In: Dodge, D. P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106, p. 110-127.

KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. *Oecologia Brasiliensis*, v.5, Rio de Janeiro, UFRJ, p.1-17, 2005.

KONIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. *Pan American Journal of Aquatic Sciencer*, v.3, p.84-93, 2008.

LEITE, R.L., 2001. Influência de macrófitas aquáticas sobre a qualidade da água de açudes do semi-árido da Paraíba. Dissertação de Mestrado, PRODEMA/UFPB, João Pessoa-PB p.129.

LEITE-ROSSI, L. A.; RODRIGUES, G. N.; TRIVINHO-STRIXINO, S., 2015. Colonização de substratos artificiais por macroinvertebrados aquáticos em córregos de baixa ordem. Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos/SP.

LIGEIRO, R.; MORETTI, M. S.; GONÇALVES, J.F. Jr.; CALLISTO, M., 2010. What is More Important for Invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: Exposure time or leaf species? *Journal of Hydrology*: p.125-136.

LIMA, N. G. A., 2008. Colonização de insetos aquáticos em substratos artificiais simples e complexos num córrego de Cerrado, Anápolis GO. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

LIMA, J.B., 2002. Impactos das Atividades Antrópicas sobre a Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos do rio Cuiabá no Perímetro Urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande – MT. Tese de doutorado em Ciências da área Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. p.143.

LINARES, M. S.; FACCIOLI, G. G.; FREITAS, L. M. 2013. Benthic macroinvertebrate community structure and seasonal variation in a neotropical stream in the State of Alagoas, Brazil. *Biota Neotropica* 13(3): 51-54.

LISBOA, L. K. Dinâmica da vegetação ripária em riachos de Mata Atlântica subtropical: composição da matéria orgânica alóctone e interação com invertebrados aquáticos. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

LOPES, M. J. N. *et al.* 2008. Avaliação preliminar da qualidade da água de bacias hidrográficas de Manaus utilizando o método BMWP adaptado. *SaBios: Revista Saúde e Biologia*, 3(2): 1-9.

LOPES, A.; PAULA, J. D. A.; MARDEGAN, S. F.; HAMADA, N. PIEDADE, M. T. F., 2011. Influência do hábitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 41(4): 493 – 502.

LOYOLA, R.G.N. & BRUKOW, R.F. Monitoramento da qualidade das águas de efluentes da margem do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, através da análise combinada de variáveis físico-químicas, bacteriológicas e de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. Curitiba, IAP. *Relatório Técnico Não Publicado*, p. 39, 1998.

MARGALEF, R., 1983. Limnologia. Ed. Omega. Barcelona. p.1010.

MARTINS-SILVA, M. J. ENGEL, D. W. ROCHA, F. M.; ARAÚJO, J. 2008. Imaturos de Trichoptera na Bacia do Rio Paranã, GO, com Novos Registros de Gênero. *Neotropical Entomology*, 37(6):735-738.

MASTRANTUONO, L., 1986. Community structure of the zoobentos associated with submerged macrophytes in a eutrophic Lake Nemi (Central Italy). *Boll. Zool.* 53: 41-47.

MASSARO, F. C. Estudos ecotoxicológicos com *Hydra viridissima* (Cnidaria: Hydrozoa). São Carlos, 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

- MAZZINI, F., 2007. Efeitos da resolução taxonômica de invertebrados bentônicos no diagnóstico da qualidade de ecossistemas lóticos. Dissertação (Mestrado), ESALQ/USP. 93p. il.
- MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S., 2004. Qualidade da água para consumo humano. 1^a ed. Lisboa: Lidel. (Edições técnicas).
- MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W., 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall/ Hunt.
- MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W., 1984. Na introduction to the aquatic insects of North America, 2a. ed., *Kendall/Hunt Plub. Co.* Dubuke, USA. p.772.
- METCALFE, J. L. 1989. Avaliação biológica da qualidade da água das águas correntes com base em comunidades de macroinvertebrados: história e status atual na Europa. *Environmental Pollution*, v. 60, p. 101-139.
- MITCHELL, D. S. Water weeds. In: MITCHELL, DS. ed. *Aquatic vegetation and its use and control*. Paris: UNESCO, p. 13-22.
- MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Distribution of benthic macroinvertebrates in subtropic cal streams (Rio de Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, p.419-429, 2009.
- MOLOZZI, J.; HEPP, L. U.; DIAS, A. S. Influence of rice crop on the benthic community in Itajaí Valley (Santa Catarina, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.19, p.383-392, 2007.
- MORENO, P.; CALLISTO, M., 2006. Macroinvertebrados bentônicos na bacia hidrográfica de um reservatório urbano no sudeste do Brasil. *Hydrobiologia*, n. 560, p. 311 – 321.
- MUGNAI, R; NESSIMIAN, J.L; BAPTISTA, D.F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio Janeiro. *Technical Books*, Rio de Janeiro, 2010.
- NASCIMENTO, L. V.; ALBERTONI, E. F.; SILVA, C. P. 2011. Fauna de Coleoptera associada a macrófitas aquáticas em ambientes rasos do Sul do Brasil. *Perspectiva*, 35 (129): 53-64.
- NESSIMIAN J. L.; CARVALHO, A. L., 1998. (eds). *Ecologia de insetos aquáticos*. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. *Séries Oecologia Brasiliensis*, v.5. p.309.
- NOGUEIRA, D. S. CABETTE, H. S. R. 2011. New records and notes on geographic distribution of Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) from Mato Grosso State, Brazil. *Biota Neotropica*, 11(2): 347-355.

NUNES, P. R. A.; DONCATO, K. B.; PERAZZO, G. X.; TELOKEN, F. 2014. Insetos aquáticos bioindicadores: influência da piscicultura sobre um córrego pampeano brasileiro. *Ciência e Natura*, 37(20): 230-240.

OLIVEIRA, V. C.; GONÇALVES, E. A.; ALVES, R. G. Colonization of leaf litter by aquatic invertebrates in na Atlantic Forest stream. *Brazilian Journal of Biology*, v.74, p.267-273, 2014.

OLIVEIRA, L. G. & SANTOS, B. B., 1994. Ocorrência de Trichoptera, Ephemeroptera e Plecoptera (Insecta), no Estado de Goiás. In: XX Congresso Brasileiro de Zoologia, Rio de Janeiro – RJ. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Zoologia*, 1: 54-54.

OLIVEIRA, L. G., BISPO, P. C.; CRISCI, V. L. & SOUZA, K. G., 1999. Distribuição de categorias funcionais alimentares de larvas d Trichoptera (Insecta) em uma região serrana do Brasil Central. *Acta Limnologica Bralisiensia*, 11(2): 1-11.

OLIVEIRA, A. M. & CALLISTO, M., 2007. Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água em um fragmento de Mata Atlântica (MG). Dissertação de Mestrado no Programa de Ecologia. Manejo de Vida Silvestre, Minas Gerais. p.9.

OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CABETTE, H. S. R.; SILVA-PINTO, N.; JUEEN, L. 2013. As variações na Comunidade de Odonata (Insecta) em Córregos Podem ser Preditas pelo Paradoxo do Plâncton? Explicando a Riqueza de Espécies Pela Variabilidade Ambiental. *EntomoBrasilis*, 6 (1): 01-08.

OLOMUKORU, J. O. & TOCHUKWU, O. C. N., 2006. Macro-invertebrate colonization of artificial substrata II: weeds and plant stems. *Asian Journal of Plant Sciences*, v.5. p.990-995.

ORDIALE, P. R. Composição e estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos em substratos artificiais de quatro córregos da cidade de Anápolis-GO. Faculdade Anhanguera de Anápolis. *Anuário da Produção de Iniciação Científica*, V. 13, N. 18, 2010.

OTTONI, B. M. P., 2009. Avaliação da qualidade da água do Rio Piranhas – Açu/RN utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PEDRALLI, G. & TEXEIRA, M.C.B. 2003. Macrófitas Aquáticas Como Agentes filtradores de Materiais Particulados, Sedimentos e nutrientes. Pp 177-195. in: HEnRy, R. (eds.), *Ecótonos Nas interfaces Dos Ecossistemas Aquáticos RiMA*, São Carlos. 349p.

PEIRÓ, D. F. & ALVES, R.G., 2004. Levantamento preliminar da entomofauna associada a macrófitas aquáticas da região litoral de ambientes lênticos. *Revista Uniara*. 15: 177-188.

- PEIRÓ, D.F. & ALVES, R.G. Insetos aquáticos associados à macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). *Biota Neotropica*, 6 (2): 1-9p., 2006
- PEIRÓ, D. F.; FIORANELLI, G. & SAULINO, H. H. L., 2016. Structure community of aquatic insects associated with diferente macrophytes in ornamental lakes in a savana region, Southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v.19, p.273-282.
- PEREIRA, D. L.V.; MELO, A. L. M.; HAMADA, N. 2007. Chaves de identificação para famílias e gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central. *Neotropical Entomology*, 36(2): 210-228.
- PIRES, J. R.; LISBOA, L. K.; SILVA, A. L. L.; PETRUCIO, M. M.; SIEGLOCH, A. E. Levantamento taxonômico e caracterização do hábitat de insetos aquáticos em Unidades de Conservação de uma ilha subtropical. *Revista Biotemas*, 28 (3), setembro de 2015.
- PRATTE-SANTOS, R.; TERRA, V. R.; JR, R. R. A.; SÁ, F. S.; JR, W. P. K. 2011. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados a macrófitas em um rio lótico neotropical, no Sudeste do Brasil. *Natureza on line*, 9 (2): 62-66.
- POMPÊO, M., 2008. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 5.
- POMPÊO, M.; HENRY, R.; MOSCHINI-CARLOS, V., 1999. Chemical composition of tropical macrophyte *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, v. 411, p. 1-11.
- QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S., 2008. Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 91p, il.
- RIGHI-CAVALLARO, K.O., SPIES, M.R.; SIEGLOCH, A.E. 2010. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in Miranda River basin, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Biota Neotropica*, 10(2): 253-260.
- RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S., 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo. *Revista brasileira de Zoologia*, 22 (3): 613-618.
- RODRIGUES, I. S. et al. 2015. Odonatas registradas no Rio Catolé Grande, no município de Itapetinga, BA. *Enciclopédia Biosfera*, 11(21), p. 2352.
- ROCHA, A.A., 1972. Estudo sobre a fauna bentônica da represa de Americana no Estado de São Paulo (BR). 1972. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSINE, W.N., 1955. The distribution of invertebrates on submerged aquatic plant surfaces in Muskee Lake, Colorado. *Ecology*. 36: 308-314.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Biomonitoramento de Água Doce Macroinvertebrados Bentônicos. *Chapmanm & Hall*. New York. 488 p. 1993.

ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; MILAN, L; LEITE, J. G. 2007. Chironomid species richness in low-order streams in the Brazilian Atlantic Forest: a first approximation through a Bayesian approach. *Journal of the North American Benthological Society*, 26(2): 221-231.

SAITO, V. S.; MAZÃO, G. R. 2012. Macroinvertebrates under stochastic hydrological disturbance in Cerrado streams of Central Brazil. *Série Zoologia*, 102(4): 448-452.

SALCEDO, A. K. M. 2011. Riqueza e diversidade de macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas dos lagos de Várzea Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA) da Amazonia Central Brasileira. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas. 119f.

SALLES, F. F.; ANDRADE, M. B.; DA-SILVA, E. R. 2005. *Camelobaetidius francischettii*: a new species of Baetidae (Ephemeroptera) from Brazil. *Zootaxa*, 1027: 47-53.

SANTANA, H.S.; SILVA, L. C. F.; PEREIRA, C. L.; SIMIÃO-FERREIRA, J.; ANGELINI, R. 2015. The rainy season increases the abundance and richness of the aquatic insect community in a Neotropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, 75 (1): 144-151.

SANTOS, I. G. A.; RODRIGUES, G. G. 2015. Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. *Série Zoologia*, 105(1): 84-93.

SANTOS, M. B. L.; ROCHA, L. A.; MARQUES, M. M. G. S. M. & BARBOSA, F. A., R., 1998. Diversidade e abundância da fauna bentônica de cinco lagoas do karste do planalto de Lagoa Santa, Minas Gerais. In *Ecologia de Insetos Aquáticos* (J.L. Nessimian & A.L. Carvalho, eds). *Séries Oecologia Brasiliensis*, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, v.5, p.77-89.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M.R.V.B; BUBA, H.; KISHI, R. T.; LAUTERT, L. F., 2001. *Hidrometria Aplicada*. LACTEC- Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, PR. 372p.

SANTANA, A. C. D. S.; SOUZA, A. H. F. F.; RIBEIRO, L. L.; ABÍLIO, F. J. P., 2009. Macroinvertebrados associados à macrófita aquática *Najas marina* L. do riacho Avelós na região semi-árida do Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 9 (2): 32-46.

SAULINO, H. H. L. & TRIVINHO-STRIXINO, S., 2014. Macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhomia azuera* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae) em uma lagoa marginal no Pantanal, MS. *Biotemas*, v.27. p.65-72.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J.; HORA, R. C.; SOUZA, P. R., 1999. de (Org.). Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. Campo Grande: Ed. UFMS. 160 p., il.

SEGURA, M.O; VALENTE-NETO, F; FONSECA-GESSNER, A.A. Chave de famílias de Coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, v.11, n.1, 2012.

SHIMANO, Y.; SALLES, F. F.; FARIA, L. R. R.; CABETTE, H. S. R.; DENIS, S. N. 2012. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Série Zoologia*, 102(2): 187-196.

SHUVARTZ, M.; OLIVEIRA, L. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. 2005. Relações entre distribuição e abundância de larvas de Trichoptera (Insecta), em córregos de Cerrado no entorno do Parque Estadual da Serra de Caldas (Caldas Novas, Estado de Goiás). *Acta Scientiaru. Biological Sciences*, 27(1): 51-55.

SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A., 2009. Distribuição da entomofauna associada às macrófitas aquáticas na vazante do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 31 (2): 127-134.

SILVA, N.T de C. Macroinvertebrados Bentônicos em Áreas de Diferentes Graus de Preservação Ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d' Armas, DF. Dissertação (Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, M. S. G. M.; QUEIROZ, J. F.; LOSEKANN, M. E.; MARINGO, A. L. S.; NASCIMENTO, M. 2012. Utilização de Coletores com Substrato Artificial para o Biomonitoramento da Qualidade da Água na Aquicultura. EMBRAPA. Jaguariúna, SP.

SILVA, F. L.; SILVEIRA, A. L.; TALAMONI, J. L. B.; RUIZ, S. S. 2009. Temporal variation of chironomid larvae (Insecta, Diptera) in the Batalha River, Midwestern São Paulo State, Brazil. *Ciências et Praxis*, 2(3): 7-12.

SILVEIRA, M. P. & QUEIROZ, J. F., 2006. *Uso de coletores com substrato artificial para monitoramento biológico de qualidade de água*. Comunicado técnico, Embrapa, Jaguariuna, SP.

SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F., 2006. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2B): 623-632.

SMITH, G.R.; VAALA, D.A., DINGFELDER, H.A., 2003. Distribution and abundance of macroinvertebrates within two temporary ponds. *Hydrobiologia*, 497:161-167.

SPENCER, W. & BOWES, G., 1993. Ecophysiology of the world's most troublesome aquatic weeds. In PIETERSE, AH. and MURPHY, KJ. ed. *Aquatic weeds*. Oxford: Oxford University Press. p. 39-73.

STRIEDER, M. N.; RONCHI, L. H.; STENERT, C.; SCHERER, R. T.; NEISS, U. G., 2006. Medidas biológicas e Índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 28(1):17-24.

STRIXINO, G. B. M. A., 1971. Ensaio para um estudo ecológico da fauna bentônica da Represa de Americana. Tese (doutorado), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STRIXINO, S.T. & SONODA, K.C. A new *Tanytarsus* species (Insecta, Diptera, Chironomidae) from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop*. May/Aug 2006 vol. 6, no. 2.

STROHSCHOEN, A. A. G. & WURDIG, N. L., 2015. Identificando as escalas de variabilidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na bacia do Rio Forqueta, Rs. *Caderno de Biologia-Série Biologia*, v.27. p.1-21.

SONODA, K.C., 1999. Chironomidae (Diptera) da fitofauna de *Cabomba piauhyensis* Gardney, 1844. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. p.60.

SONODA, K. C., 2010. Variação temporal da fauna de insetos aquáticos do córrego Sarandi, DF. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados). p.23.

SOARES, J. A. C.; BATISTA-SILVA, V.; BONETO, D. D.; BAILLY, D.; ABELHA, M. C.F.; OLIVEIRA, I. A. D. V. 2015. Assemblage of immature Odonata (Insecta, Anisoptera) in streams of the Mato Grosso do Sul State: spatial implications. *Série Zoologia*, 105(3): 325-332.

SOUZA, H. M. L.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. 2011. Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) em córregos do cerrado matogrossense sob diferentes níveis de preservação ambiental. *Série Zoologia*, 101(3): 181-190.

SOUZA-FRANCO, G. M.; ANDRIAN, I. F.; FRANCO, R. M. 2009. Comunidade de insetos aquáticos associados à *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, em uma lagoa de várzea na planície de inundação do alto Rio Paraná, Mato Grosso do Sul, MS, Brasil. *Biológico*, 71 (1): 83-91. SONODA, K. C., 2010. Variação temporal da fauna de insetos aquáticos do córrego Sarandi, DF. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados). p.23.

SOUZA, N. F. Utilização de insetos aquáticos como indicadores da qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Almada-Bahia. Ilhéus, BA: UESC, 2013. xv, 79f. : il

SOUZA, A.H.F.F.; ABÍLIO, F.J.P.; 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*, vol. 8, n 2, 2º Semestre.

TEITGE, G. R.; OLIVEIRA, E.; MEYER, A. A. N., 2011. Composição e distribuição da assembleia de larvas de Odonata (Hexapoda) no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná, Brasil. *Coletânea de Pesquisa do Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá*.

THOMAZI, R. D.; KIIFER, W. P.; FERREIRA, P. D. F.; SÁ, F. S., 2008. A sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, ES. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F. A. (Coord.). *Fundamentos de limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: *Interciência*, 2011. p. 461-521.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G., 1993. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttal. *Revista Brasileira de Biologia*. 53: 103-111.

TRIVINHO-STRIXINO, S., 2010. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop*. 11(1a). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0351101a2010>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

VASCONCELOS, M. C. & MELO, A. S., 2008. Na experimental testo f the effects of inorganic sediment addition on benthic macroinvertebrates of a subtropical strem. *Hydrobiologia*, 610: 321-329.

VIDAL-ABARCA, M.R.; SUÁREZ, M.L.; GÓMEZ, R.; GUERRERO, C.; SÁNTEZ-MONTOYA, M.M. & VELASCO, J., 2004. Intra-annual variation in benthic organic matter in a saline, semi-arid stream of southeast Spain (Chicamo stream). *Hidrobiología*, 523: 199-215.

VIEIRA, L. J. S. et al. 2012. Studies in South-Occidental Amazon: contribution to the knowledge of Brazilian Chironomidae (Insecta: Diptera). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 34 (2): 149-153

WANTZEN, K. M. & PINTO-SILVA, V. Uso de substrates artificiais para avaliação do impacto do assoreamento sobre macroinvertebrados bentônicos em um córrego de Cabeceira no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.11, n.1, 2006.

WARD, J.V., 1992. Ecologia de Insetos Aquáticos, Part I. *Biology and Habitat*. London: John. Wiley & Sons. p.456.

YAMAUCHI, A. K. F. 2014. Efeito da incorporação de macrófitas aquáticas sobre características químicas de solo degradado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Campos de Jaboticabal. Dissertação de mestrado, 45f.

ZARDO, D. C.; HARDOIM, E. L.; AMORIM, R.; MALHEIROS, C. H. 2013. Variação espaço-temporal na abundância de ordens e famílias de macroinvertebrados bentônicos registrados em área de nascente, Campo Verde-MT. *Revista Uniara*, 16 (1): 53-66.

ZATTI, S. A.; STICCA, S. C.; WISNIEWSKI, M. J. S.; POMPEU, P. S., 2012. Alteração na alimentação de três espécies de peixes (Teleostei) relacionada ao aporte de esgoto e a retirada de mata ciliar nos córregos dos Aflitos e Ferradura, Alfenas, MG. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.14, p.1-9.

ZHOU, Q.; ZHANG, J.; FU, J.; SHI, J.; JIANG, G. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *China: analytica chimica acta*, v. 6, n. 6, p.135–150, 2008.

Capítulo 1

Colonização de Substratos Naturais e Artificiais Por Macroinvertebrados Aquáticos no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

Thaynara Cristine Moraes COELHO^{1*}, Cláudia Helena Cysneiros Matos de OLIVEIRA¹, Carlos Romero Ferreira de OLIVEIRA¹, Ugo Lima SILVA¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Avenida Gregório Ferraz Nogueira, S/N, Bairro: José Tomé de Souza Ramos, CEP: 56909-535, Serra Talhada, PE, Brasil. *E-mail:thaynaracristine12@hotmail.com

RESUMO

Alguns insetos aquáticos são bioindicadores da qualidade da água e conseqüentemente da poluição, o que está diretamente ligado à deterioração do seu habitat. Dentre os fatores que determinam o estabelecimento da biota aquática nesses ambientes, destaca-se a natureza do substrato. Nesse sentido, a colonização de substratos artificiais por macroinvertebrados vem sendo utilizada como ferramenta em avaliações de monitoramento das comunidades aquáticas principalmente devido às facilidades operacionais que apresenta. Sabe-se que a complexidade dos ecossistemas aquáticos interfere na riqueza e diversidade de insetos aquáticos, pois alguns servem de refúgio contra predadores e fornecem recursos alimentares. Além disso, permite a colonização de vários táxons nesses microhabitats. O objetivo do estudo visa comparar a composição da entomofauna aquática associadas às macrófitas *Ludwigia helminthorrhiza* e *Egeria densa*, e aos substratos artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE, inferindo sobre sua utilização como instrumentos no biomonitoramento da qualidade da água neste ambiente. Foi avaliada a entomofauna aquática associada à macrófitas aquáticas, comparando a colonização por estes organismos em substratos artificiais dispostos ao longo da zona litorânea do açude, além da avaliação da qualidade da água através da aferição dos parâmetros abióticos e químicos. Foram coletadas 9 garrafas de água para posterior análise em laboratório. O experimento foi composto por três tratamentos (T1= Macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; T2 = Coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; T3 = Mímicas de plantas de polietileno presa as estacas. A análise dos dados da entomofauna foi realizada utilizando o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, Índice de Dominância de Simpson e Índice de Biodiversidade de Margalef, enquanto a análise da água foi realizada a através do índice BMWP (Biological Monitoring Working Party). Ao decorrer do estudo foram coletados no açude Cachoeira II, um total de 483 insetos em estágios de desenvolvimento diferentes (larva, ninfa e adultos) distribuídos em 10 ordens, 34 famílias, 38 gêneros e 15 espécies, além da presença de ecdises. Também foi registrada a presença de 857 moluscos, 11 camarões e cinco aranhas. Do total de insetos coletados 266 foram coletados no substrato artificial distribuídos em 10 ordens, 28 famílias, 29 gêneros e 10 espécies, além de 452 moluscos e seis camarões. Foi observada uma significativa presença de bioindicadores da qualidade da água representados pela família

Hydrophilidae, potencial bioindicadora da qualidade da água. Os substratos artificiais também se mostraram eficientes na colonização por insetos, devido a quantidade de insetos encontrados em comparação com o número de insetos do substrato natural. O BMWP indicou uma qualidade da água razoável, duvidosa e poluída. Portanto, em função da necessidade de que as áreas aquáticas degradadas recebam o direcionamento de ações específicas, no sentido de possibilitar uma melhor regeneração das características naturais, o uso de coletores de substrato artificial para biomonitoramento da qualidade da água se apresenta como uma técnica viável, uma vez que utiliza material de baixo custo e de fácil confecção, instalação e manuseio.

Palavras-Chave: Entomofauna aquática; Macrófitas aquáticas; Biomonitoramento; Substratos artificiais; Bioindicadores; Qualidade da água.

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos lóticos sofrem uma influência dos ecossistemas circundantes, uma vez que estes fornecem a maior parte da energia circulante na cadeia trófica, proveniente de restos da vegetação ribeirinha existente (GONÇALVES & ARANHA, 2004). A diversidade e a riqueza de grupos animais da zona litoral de lagos e reservatórios são frequentemente elevadas devido, principalmente, à presença de macrófitas aquáticas nas margens. Estes vegetais constituem uns dos maiores produtores de biomassa em ambientes lênticos, tornando os locais onde ocorrem significativamente mais produtivos, propiciando maior heterogeneidade espacial, aumentando o número de nichos e interferindo na dinâmica das comunidades e do ecossistema lacustre como um todo (MARGALEF, 1983; CARMO & LACERDA, 1984; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1993; DE MARCO & LATINI, 1998; SANTOS et al., 1998).

Os invertebrados aquáticos têm sua distribuição controlada por vários fatores: disponibilidade e qualidade de recursos alimentares, tipo de sedimento, substrato, temperatura do meio, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade, velocidade da água e pH (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Dentre estes, a composição do substrato destaca-se por ser essencial na estruturação da comunidade aquática (BEISEL et al., 1998). Este recurso oferece abrigo contra os predadores, os protege da força do fluxo da água e contribui para maior disponibilidade de alimento através do acúmulo de material orgânico autóctone e alóctone (KIKUCHI; UIEDA, 1998; OLIVEIRA et al., 1997). No geral, ambientes com sedimento fino, como areia, apresentam menor riqueza e diversidade. Isto porque apresentam menor disponibilidade de recurso alimentar e

menor estabilidade em corredeiras, pois são facilmente carregados pela água (VUORI; JOENSUU, 1996; KALLER; HARTMAN, 2004).

A entomofauna aquática são fundamentais na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia dos ambientes aquáticos e apresentam alta plasticidade ambiental (TRIVINHO-STRIXINO, 1993). Esses organismos podem passar parte de sua vida (estágios imaturos) ou todo o ciclo no leito de ambientes aquáticos, associados ao substrato inorgânico (matacão, seixos e cascalhos), orgânico (folhas, galhos, troncos) ou enterrados no sedimento. Eles respondem às perturbações ambientais de forma distinta, apresentando tanto espécies sensíveis como tolerantes à poluição, sendo assim bons bioindicadores da qualidade ambiental (GALDEAN et al., 2000; CALLISTO et al., 2001).

Insetos que ocupam macrófitas da zona litorânea são representados pela maioria das ordens aquáticas, podendo ser casuais ou facultativos (MERRITT & CUMMINS, 1984; WARD, 1992). A entomofauna fitófila é composta por ninfas de Odonata e Ephemeroptera, formas jovens e adultas de Coleoptera e Hemiptera, e principalmente por larvas de Diptera. Entre os Diptera, as larvas de Chironomidae são predominantes, sendo geralmente o grupo mais abundante em quase todas as associações vegetais aquáticas (GLOWACKA et al., 1976; SONODA, 1999).

As atividades antrópicas provocam alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos, sendo intensificado pelo lançamento direto de efluentes sem tratamento nos corpos de água (MORENO & CALLISTO, 2006). Nos ambientes que sofreram algum tipo de alteração é frequentemente observada a diminuição no número de espécies, sendo esses organismos utilizados para avaliar a qualidade dos sistemas continentais (METCALFE, 1989; BARBIÉRI *et al.*, 1998; PIEDRAS *et al.*, 2006). Em função da necessidade de que as áreas aquáticas degradadas recebam o direcionamento de ações específicas, no sentido de possibilitar uma melhor regeneração das características naturais, o uso de coletores de substrato artificial para biomonitoramento da qualidade da água se apresenta como uma técnica viável, uma vez que utiliza material de baixo custo e de fácil confecção, instalação e manuseio.

Ademais, a identificação dos macroinvertebrados aquáticos por meio de chaves de identificação, de maneira fácil e objetiva, infere sobre a qualidade da água com base na sensibilidade de cada organismo à poluição. Portanto, o monitoramento dos ambientes

aquáticos fornece informações de extrema importância sobre a expansão da poluição no ambiente, além de avaliar a eficiência de medidas adotadas com o objetivo de diminuir ou eliminar sua fonte de contaminação (CALLISTO et al., 2001).

Diante disso, este estudo teve por objetivo comparar a composição da entomofauna aquática associada às macrófitas *Ludwigia helminthorrhiza* (Mart.) H. Hara (Onagraceae) e *Egeria densa* Planch (Hydrocharitaceae), e aos substratos artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE, inferindo sobre sua utilização como instrumentos no biomonitoramento da qualidade da água neste ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Comparar a composição da entomofauna aquática associada aos substratos naturais e artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco - PE, inferindo sobre sua utilização como instrumentos no biomonitoramento da qualidade da água neste ambiente.

2.2. Específicos

- Inventariar a entomofauna aquática associada à macrófitas e aos substratos artificiais no Açude Cachoeira II (Serra Talhada – PE);
- Comparar a composição da entomofauna aquática nos substratos artificiais e naturais;
- Classificar a qualidade da água do Açude Cachoeira II (Serra Talhada – PE) com base no índice BMWP (Biological Monitoring Workink Party);
- Avaliar a qualidade da água do Açude Cachoeira II através das variáveis físicas e químicas da água, em pontos distintos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Açude Cachoeira II está localizada no município de Serra Talhada no estado de Pernambuco, situado na latitude 07°59'31" Sul e na longitude 38°17'54" Oeste, com uma altitude de 429 metros, às margens da BR-232, KM 413. O

entorno do açude é composto por vegetação rasteira, arbustiva e por hidrófilas, e também pedregulhos (FERREIRA et al., 2010). Foi construído em 1965 sendo atualmente operado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

Além disso, observa-se pequenos sítios com plantio de palma e pasto, agricultura de sequeiro e criação de cabra, atividade predominante na região. O Açude Cachoeira II (Figura 1 e 2), formado principalmente pela contribuição do riacho da Cachoeira, também denominado córrego Luanda, possui uma capacidade de acumulação de 21.031.000 m³. Tem como principal uso o abastecimento público e, em pequena escala, também é utilizado para a pesca (FERREIRA et al., 2010).

Figura 1. Vista parcial do Açude Cachoeira II, localizado no município de Serra Talhada – PE, situado na latitude 07°59'31" Sul e na longitude 38°17'54" Oeste, com vegetação circundante



Fonte: COELHO, 2019

Figura 2. Macrófitas aquáticas ausentes nas margens do açude Cachoeira II, Serra Talhada –PE, observa-se uma grande quantidade de algas verdes.



Fonte: COELHO, 2019

3.2. Coleta e Análise dos Dados

Inicialmente, no mês de fevereiro de 2018 foram definidos os pontos de coleta nas margens do Açude Cachoeira II a serem avaliados no estudo. Procedeu-se a montagem dos primeiros substratos artificiais (coletores) para posterior coleta de insetos, junto as coletas dos insetos associados a substratos naturais (macrófitas), no período de agosto a outubro de 2019, comparando-se a entomofauna que ocorre naturalmente nas macrófitas do Açude Cachoeira II com a entomofauna colonizadora de substratos artificiais. Posteriormente, a cada 30 dias eram realizadas novas expedições de campo continuando a implementação dos substratos artificiais e suas respectivas coletas.

Foram utilizados dois tipos de substratos artificiais: (1) Coletores confeccionados com garrafas de Polietilertefalato (PET) contendo no seu interior mímicas de plantas em polietileno (plantas de aquário), e (2) mímicas de plantas artificiais em polietileno (plantas de aquário) dispostas na forma de quadrado. Para a confecção dos coletores do Tipo 1 foram utilizadas garrafas PET (2L) de cor verde onde foram feitos dois cortes longitudinais de 15 cm de comprimento por 2 cm de largura, permitindo que fossem colocadas no seu interior uma mímica de planta de polietileno de 26 cm de comprimento. Para o substrato artificial do tipo 2 utilizou-se mímicas de 4cm² com ramos curtos, porém foram utilizadas de maneira que ficassem quatro mímicas presas umas às outras formando um quadrado de 48cm².

Foram definidos três pontos de coleta na zona litorânea do açude: o Ponto 1 (P₁) com latitude sul 7°58'24,84588" e longitude oeste 38°19'49,01988", estação rasa com vegetação rasteira e arbustiva no seu entorno e com presença elevada de macrófitas (Figura 3A); o Ponto 2 (P₂) com latitude sul 7°58'24,825" e longitude oeste 38°19'49,04256", estação marcada pela construção de canos para retirar água para irrigação, criação de animais e abastecimento de residencial (Figura 3B); com ausência de macrófitas aquáticas em toda a sua extensão, preenchido por plantas herbáceas e gramíneas, seguido por plantas de porte médio; e o ponto 3 (P₃) com latitude sul 7°58'25,2336" e longitude oeste 38°19'49,18908", estação de coleta circundada por plantas herbáceas, gramíneas e plantas arbustivas, com solo pedregoso, águas rasas e lamosase grande quantidade de macrófitas na sua margem (Figura 3C).

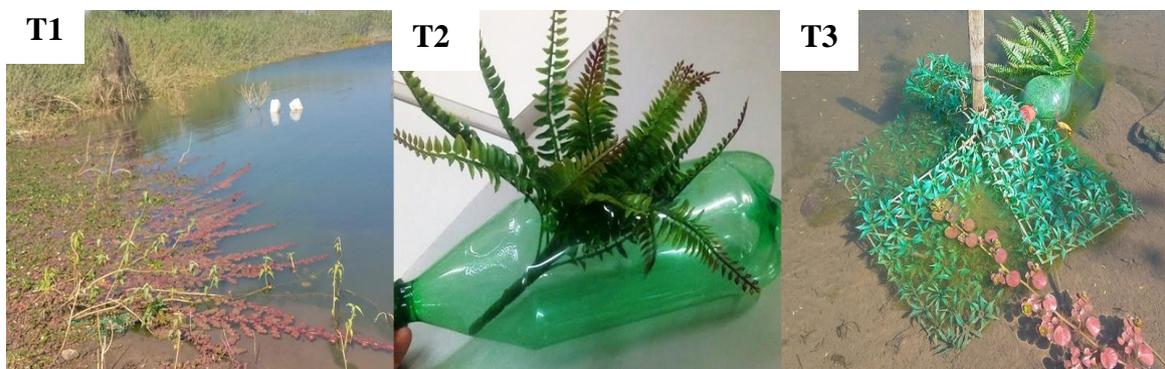
Figura 3. Pontos de coleta na zona litorânea do Açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE: (A) Ponto 1; (B) Ponto 2 e (C) Ponto 3.



Fonte: COELHO, 2019

O experimento foi montado em campo com três tratamentos: **T1**- Macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; **T2** - Coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; **T3** - Mímicas de plantas de polietileno presa as estacas (Figura 4). Em cada ponto foram utilizadas uma réplica de cada tipo de substrato. Os substratos artificiais foram fixados com arame de alumínio em pequenas estacas de madeira com 80cm de altura, sendo dispostos a uma distância de 1 m da margem, a uma profundidade de 60 cm, com distância de 2m entre cada estaca.

Figura 4. Três tratamentos em campo: **T1**- Macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; **T2** - Coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; **T3** - Mímicas de plantas de polietileno presa as estacas.



Fonte: COELHO, 2019

As macrófitas aquáticas foram coletadas manualmente e também utilizando-se rede entomológica aquática (abertura de malha de 0,20 mm). Foram retiradas amostras correspondentes a uma área de 48cm², de maneira a padronizar com as macrófitas artificiais de mesmo tamanho, para análise da entomofauna colonizadora. Os substratos artificiais foram montados a cada 30 dias em campo, no período de agosto a outubro de 2019, procedeu-se a retirada manual dos coletores em cada ponto de coleta para análise da entomofauna colonizadora em cada substrato. Após a retirada dos coletores e das mímicas flutuantes para análise, foram dispostos no açude novos coletores artificiais para avaliação após 30 dias, repetindo- procedimento a cada mês de coleta (Figura 5).

As amostras de macrófitas naturais (retiradas manualmente com o auxílio de uma tesoura de poda) e os substratos artificiais foram individualizados em sacos plásticos (30L), devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica com termogel e levadas ao Núcleo de Ecologia de Artrópodes da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (NEA/UAST) para os procedimentos de triagem e identificação. Em laboratório, as amostras (macrófitas naturais e substratos artificiais) dos três pontos de coleta foram pesadas (Figura 6A) e lavadas individualmente sobre peneira granulométrica (abertura de malha de 4,76 mm) (Figura 6B) para triagem da entomofauna a elas associadas.

Os insetos presentes em cada amostra foram fixados em álcool a 70% (Figura 7A), para análises posteriores sob estereomicroscópios, e identificados a nível de espécie, utilizando-se literatura pertinente (Figura 7B). Os resultados obtidos foram analisados considerando: Ponto de coleta do açude – Tipos de substrato: macrófitas aquáticas presentes livremente nas margens do açude; coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno; mímicas de plantas de polietileno presa as estacas.

Figura 5. Montagem de novos coletores artificiais no açude cachoeira II, Serra Talhada -PE, para a avaliação da entomofauna associada após 30 dias.



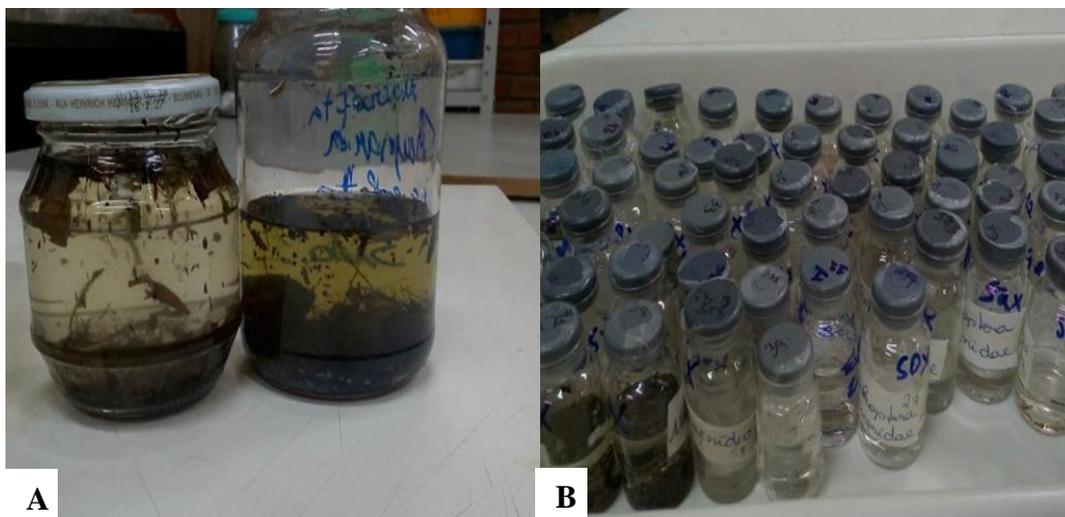
Fonte: COELHO, 2019

Figura 6. (A) Substratos naturais e artificiais, dos três pontos de coleta do açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE, sendo pesados e (B) lavados individualmente sobre peneira granulométrica (abertura de malha de 4,76 mm) em laboratório.



Fonte: COELHO, 2019

Figura 7. (A) Amostras fixadas em álcool a 70%, para análises posteriores sob estereomicroscópios e identificação a nível de espécie, e (B) recipientes utilizados para separar os insetos a nível de espécie.



Fonte: COELHO, 2019

3.3. Análise das variáveis físico-químicas da água

Na proximidade de cada ponto de coleta foram mensurados os parâmetros abióticos: temperatura da água (tem, °C), oxigênio dissolvido (OD% e OD mg. L⁻¹), condutividade (Cond, µS. cm⁻¹), sólidos dissolvidos totais (SDT, mg L⁻¹), salinidade (g L⁻¹), pH e potencial de oxirredução (POR, mV), com o auxílio de uma Sonda YSI Professional Plus (Figura 8A). Para estimar a transparência e profundidade da água foi utilizado o Disco de Secchi (Figura 8B). Por fim, foram coletadas três garrafas (500 mL) de água de cada ponto, em recipientes previamente descontaminados. Essas amostras foram mantidas sob refrigeração para posterior análise de parâmetros abióticos.

No laboratório foram realizados testes de turbidez (Nephelometric Turbidity Unit – UNT) através de um turbidímetro (Figura 9) para avaliar a presença de materiais sólidos em suspensão, além de testes de água doce de dureza total (LabconTest Dureza Total) para fornecer uma medida de qualidade da água para uso doméstico ou industrial; nitrito-NO₂ (LabconTest Nitrito), amônia tóxica (LabconTest Amônia Tóxica) permite a avaliação dos níveis da fração tóxica da amônia (NH₃), e fósforo (LabconTest Fósforo) que mede o ferro biologicamente ativo na forma férrica (Fe III) e na forma ferrosa (Fe

II), utilizando o Ecosense 9500 photometer (Figura 10). As análises dos resultados foram comparadas com as tabelas e escalas de leituras de cada teste.

Figura 8. (A) Mensuração dos parâmetros abióticos de cada ponto de coleta com o auxílio da Sonda YSI Professional Plus e (B) da profundidade e transparência, usando o Disco de Secchi.



Fonte: COÊLHO, 2019

Figura 9. Turbidímetro Plus utilizado no teste de turbidez (Unidade de Turbidez Nefelométrica – UNT).



Fonte: COÊLHO, 2019

Figura 10. Análise do fósforo (P) na água através do Ecosense 9500 photometer.



Fonte: COELHO, 2019

O cálculo do BMWP seguiu a metodologia proposta por Junqueira e Campos (1998), onde se estabelece uma pontuação (score) para cada organismo encontrado, em nível taxonômico de família. A pontuação, que varia de 1 a 10, está relacionada com o grau de sensibilidade dos organismos, conferindo maiores valores para aqueles com maior sensibilidade à poluição orgânica. As pontuações atribuídas na tabela 6 foram utilizadas como base para construção da tabela 3, 4 e 5. Seguindo a tabela de referência sugerida por este autor, classifica-se a qualidade da água.

Os grupos tróficos funcionais da entomofauna aquática foram avaliados segundo os trabalhos de Cummins (1973) e Merritt e Cummins (1996), sendo classificados como: fragmentadores, raspadores, coletores catadores, coletores filtradores, predadores, detritívoros coletores, detritívoros filtradores, herbívoros retalhadores, herbívoros raspadores, herbívoros mineradores, carnívoros engolidores, carnívoros perfuradores e/ou sugadores.

A análise dos dados da entomofauna aquática encontrada nos substratos artificiais e naturais foram baseadas na diversidade da comunidade de insetos aliada ao Índice de

Biodiversidade de Margalef - utilizado para estimar a biodiversidade de uma comunidade (ODUM, 1988), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') baseando-se nos dados de riqueza em relação às diferentes campanhas de coleta (ODUM, 1998; BEGON et al., 2010) e o Índice de dominância de Simpson (C) que mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie.

4. RESULTADOS

4.1. Parâmetros físico-químico da água do Açude Cachoeira II

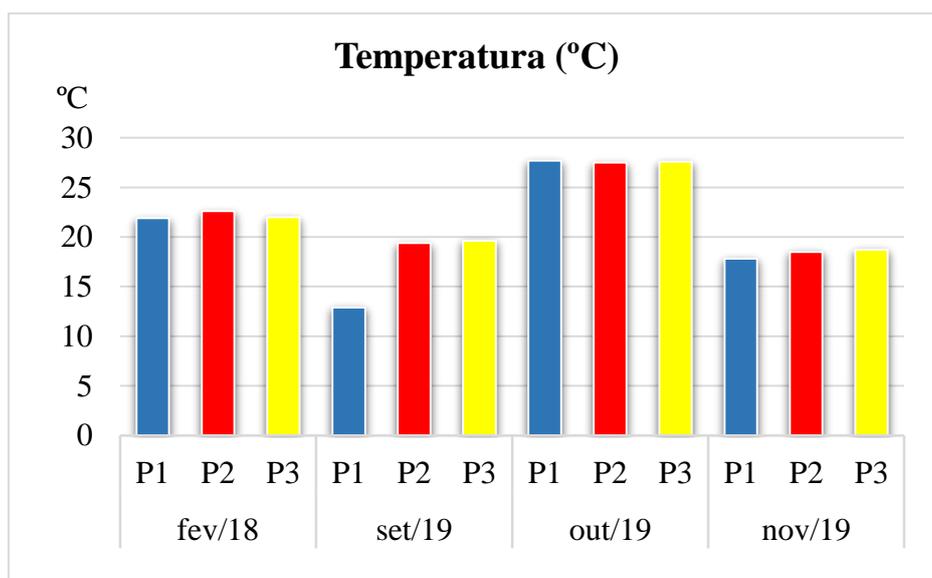
No presente estudo os parâmetros limnológicos foram obtidos a partir de coletas realizadas em campo a cada 30 dias, no período de fevereiro/18 a novembro/19. Foram coletadas nove amostras de água próximas à superfície da coluna d'água para análises de turbidez (NTU), nitrito (NO_2^-) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), amônia (NH_3) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), dureza e fósforo (P) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), além de realizar medições dos multiparâmetros de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), condutividade ($\mu\text{S/cm}^{-1}$), sólidos dissolvidos totais, salinidade, pH e potencial de oxirredução, no ato da coleta usando uma sonda multiparâmetros YSI PROFESSIONAL PLUS. A profundidade local (cm) e a transparência da água (cm) foram aferidas utilizando o Disco de Secchi.

A temperatura da água, apesar de quase sempre verificada em estudos de qualidade de ambientes aquáticos, não consta na resolução do país como parâmetro de análise de qualidade da água. No entanto, justifica-se sua utilização nesse tipo de estudo em decorrência do seu reflexo sobre os organismos aquáticos (SOUZA, 2013). A temperatura da água variou durante os meses de coleta de 12,9 a 27,7 $^{\circ}\text{C}$, onde os menores valores correspondem a temperaturas de amostras de água congeladas. Vale ressaltar que apenas no mês de outubro a temperatura foi aferida no local da coleta, enquanto as outras em laboratório, logo há uma variação de ambiente e conseqüentemente uma variação na temperatura. Apesar disto, os valores de temperatura apresentaram heterogeneidade.

4.1.1. Temperatura

Levando em consideração que as águas coletadas nos meses de fevereiro/18, setembro/19 e novembro/19 foram congeladas e tiveram suas temperaturas aferidas em laboratório, logo há uma variação de ambiente e temperatura relevantes. Diante disso, os valores obtidos são apenas representativos e não comparativos. Em outubro/19 (primavera) a média da temperatura apresentou valor de 27,6 °C, com o maior pico no ponto 1 (27,7 °C) e o menor no ponto 2 (27,5 °C), apresentando pouca variação, a uma profundidade e transparência variando de 10 a 12 cm (Tabela 1) (Figura 11).

Figura 11. Valores obtidos da temperatura da água (°C) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.



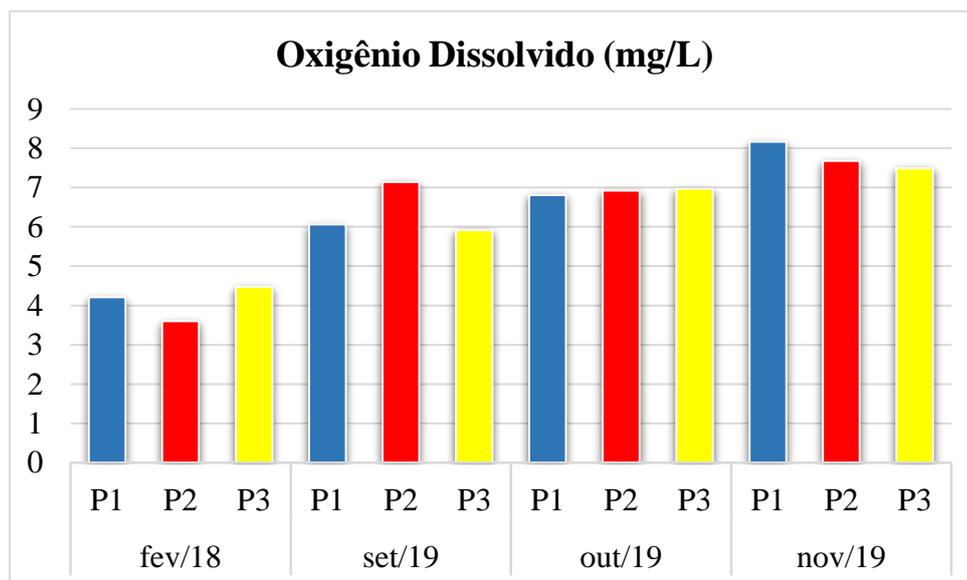
Fonte: COELHO, 2019

4.1.2. Oxigênio dissolvido (OD)

O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática em águas doces, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05(2) é de 6,0 mg/L para a classe 1, 5,0 mg/L para classe 2 e 4,0 mg/L para a classe 3, mas pode variar de espécie para espécie. De maneira geral, valores de oxigênio dissolvidos menores que 2 mg/L pertencem a uma condição de hipóxia, sendo mais comum em águas frias. As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 3,6 a 8,16 mg/L durante todos os meses, enquanto a porcentagem de saturação variou de 40,3 a 87,6% (Figura 12).

O mês de novembro/19 apresentou o OD mais elevado (8,16 mg/L) com uma porcentagem de saturação de 86%, quando o ponto 3 obteve a menor concentração (7,49 mg/L, 78,9%) (Classe 1). O mês de fevereiro/18 obteve a menor concentração no ponto 2 (3,6 mg/L) com uma porcentagem de saturação de 40,3%, estando abaixo dos limites estabelecidos. O mês de setembro/19 obteve a segunda maior concentração no ponto 2 (7,14 mg/L) (Classe I) com uma porcentagem de saturação de 79% (Tabela 1).

Figura 12. Valores obtidos de oxigênio dissolvido (OD%) da água (mg/L) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.

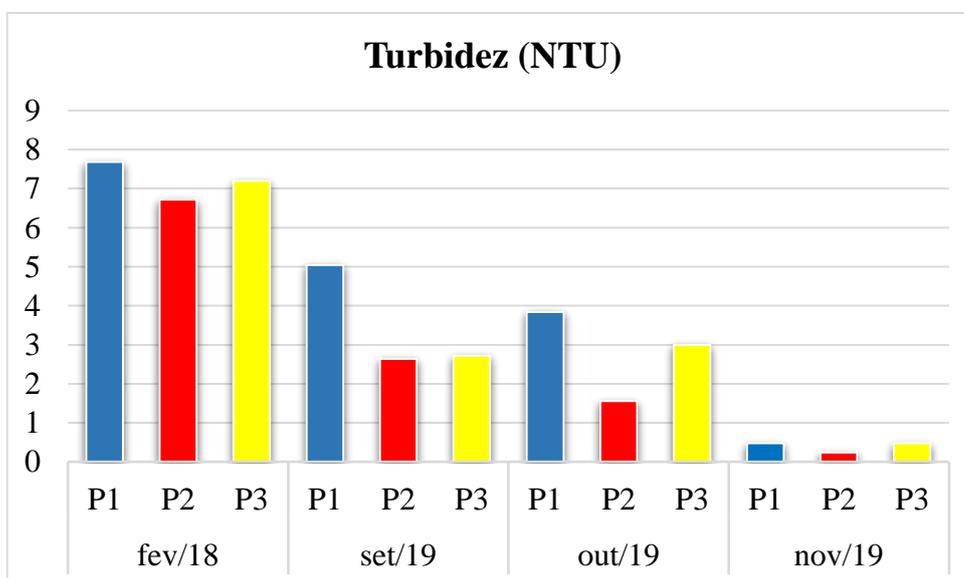


Fonte: COÊLHO, 2019

4.1.3. Turbidez

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, em águas doces para se enquadrar na classe 1, a turbidez deve ter o valor limite de unidade nefelométrica ≤ 40 (UNT), na classe 2 e 3 ≤ 100 , portanto todos os pontos analisados, para esse parâmetro, estão dentro dos limites da classe 1, variando entre 0,24 a 7,68 UNT (Figura 13). O mês de fevereiro/18 apresentou a maior média com 7,2 UNT, o ponto 2 obteve o menor valor, 6,72 UNT e o ponto 1 o maior valor, 7,68 UNT. Em setembro/19, o valor médio caiu para 3,47 UNT, o ponto 2 obteve o menor valor (2,64 UNT) e o ponto 1 o maior valor (5,04 UNT). Em outubro/19 a turbidez continuou diminuindo, com uma média de 2,79 UNT, onde o ponto 2 apresentou o menor valor (1,56 UNT) e o ponto 1 o maior valor (3,84 UNT). O mês de novembro/19 obteve o menor valor, com média de 0,40 UNT, o ponto 1 e 3 os maiores valores, ambos com 0,48 UNT e o ponto 2 apresentou o menor valor, 0,24 UNT (Tabela 1). Quanto maior o oxigênio dissolvido menor será a turbidez.

Figura 13. Valores obtidos da turbidez da água (UNT) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.



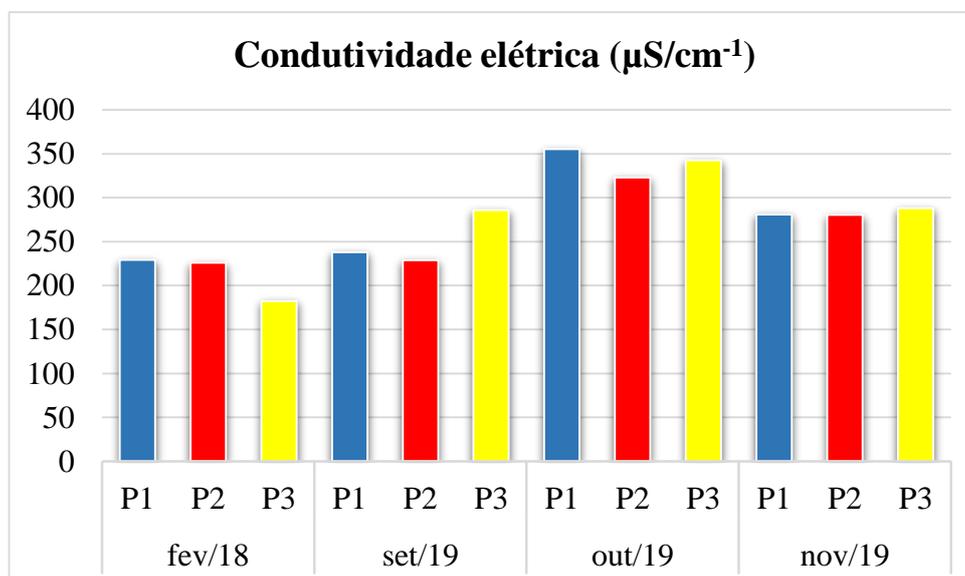
Fonte: COELHO, 2019

4.1.4. Condutividade elétrica

Tipicamente a água de um rio que apresenta condutividade entre 30-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ pode ser consumida por humanos, pois apresenta bom potencial de captação para abastecimento (GASPAROTTO, 2011). A condutividade apresentou maiores valores em todas as coletas no P1 e P3, enquanto a salinidade variou entre os 3 pontos (Figura 14). Em média, o mês de fevereiro/18 obteve a menor condutividade (212,46 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), com 0,10 g L^{-1} de salinidade, levando em consideração uma diminuição na salubridade da água em comparação aos meses posteriores de coleta, estando dentro dos padrões de bom potencial da água. Já no mês de setembro/19 a condutividade aumentou para 250,93 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, com 0,14 g L^{-1} de salinidade em média, se encaixando na categoria de água levemente salobra.

Em outubro/19 a condutividade chegou a 340,36 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, com 0,15 g L^{-1} de salinidade. O ponto 1 obteve a maior condutividade e salinidade (355,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, 0,16 g L^{-1}), em relação ao ponto 2 com 323,1 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ de condutividade e 0,15 g L^{-1} de salinidade. No mês de novembro/19 a condutividade baixou para 283,16 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, com 0,15 g L^{-1} de salinidade em média, onde o ponto 3 apresentou a maior condutividade e salinidade de 288 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e 0,15 g L^{-1} , respectivamente. O ponto 2 apresentou uma condutividade menor (280,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), com 0,15 g L^{-1} de salinidade. A condutividade e salinidade variaram durante todos os meses (182,2 a 355,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$; 0,09 a 0,16 g L^{-1}), respectivamente (Tabela 1).

Figura 14. Valores obtidos da Condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.

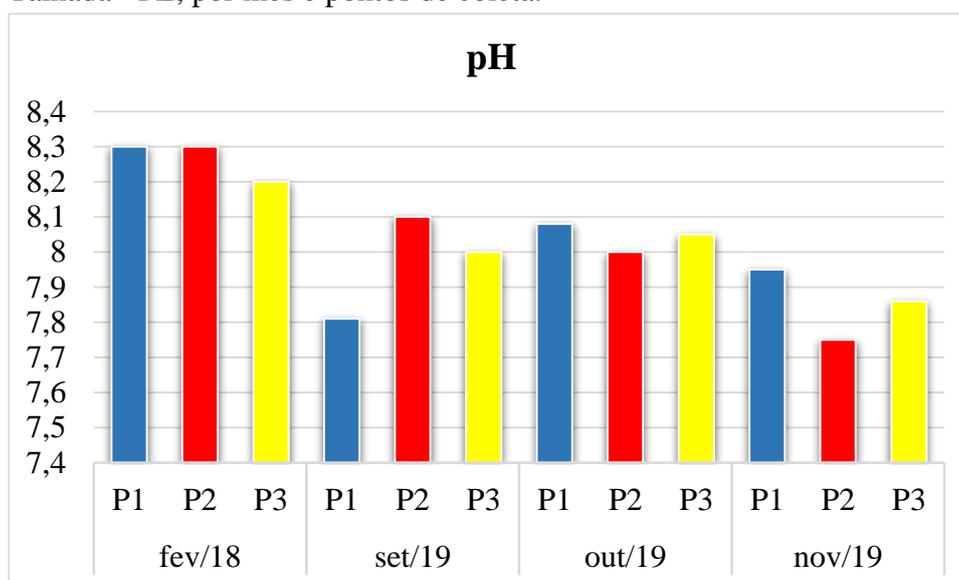


Fonte: COELHO, 2019

4.1.5. pH

Segundo o CONAMA, o pH para águas doces varia de 6 a 9 para as três classes, que são considerados compatíveis, a longo prazo, para a maioria dos organismos. Valores de pH acima ou abaixo destes limites são prejudiciais ou letais para a maioria dos organismos aquáticos, além disso a água que apresenta mais íons de hidrogênio livres é ácida, e água que tem mais íons de hidroxilo é básica. O pH variou de 7,75 a 8,3, ficando próximo da neutralidade, porém básico, apresentando uma variação pequena entre os pontos de cada mês, sendo que no mês de fevereiro/18 no ponto 1 e 2 foram observados os maiores valores (8,3) e o menor valor ocorreu no ponto 2 do mês de novembro/19 (7,75) (Figura 15) (Tabela 1).

Figura 15. Valores obtidos do pH da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.

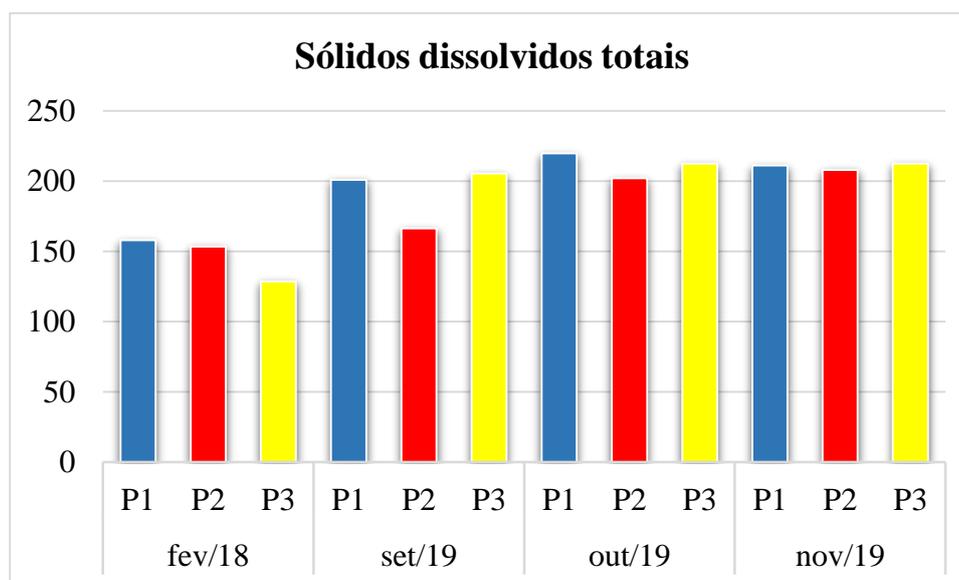


Fonte: COELHO, 2019

4.1.6. Sólidos dissolvidos totais

Quanto aos sólidos dissolvidos totais, houve uma variação de 128,5 a 219,7 mg L⁻¹ durante as coletas. Em fevereiro/18, apresentou uma média de 146,6 mg L⁻¹, onde o ponto 3 obteve o menor valor (128,5 mg L⁻¹). O mês de setembro/19 apresentou uma média de 190,88 mg L⁻¹, sendo o ponto 3 o maior valor (205,4 mg L⁻¹). Nos meses de outubro/19 e novembro/19, observou-se uma média de 211,46 e 210,56 mg L⁻¹, apresentando os pontos 1 (219,7 mg L⁻¹) e 3 (212,5 mg L⁻¹) os maiores valores, respectivamente (Figura 16) (Tabela 1), estando bem abaixo dos limites estabelecidos pela Conama, onde todas as classes têm limite de ≥ 500 mg L⁻¹. Os sólidos dissolvidos totais estão intimamente ligados a condutividade, sendo diretamente proporcionais.

Figura 16. Valores obtidos dos sólidos dissolvidos totais (SDT) da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.

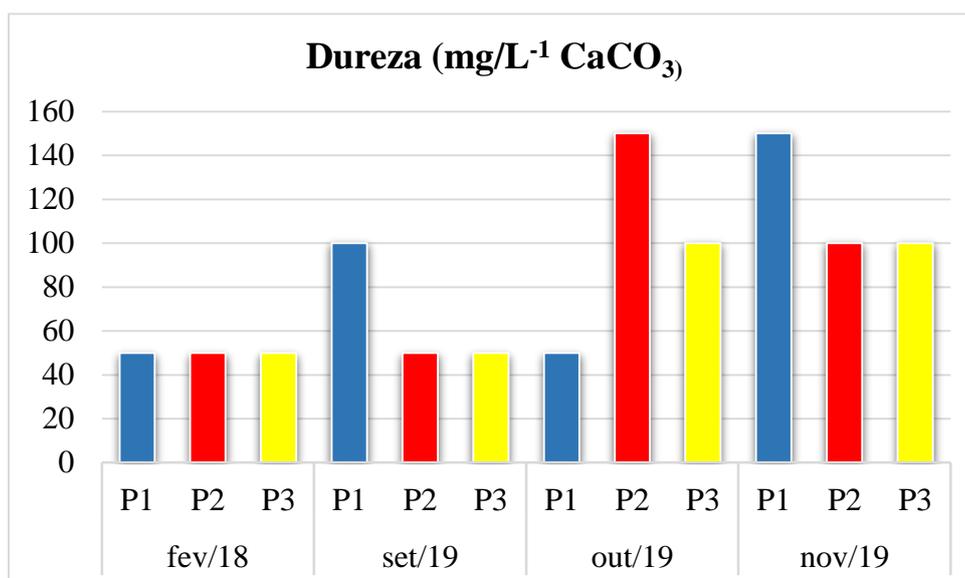


Fonte: COÊLHO, 2019

4.1.7. Dureza

A dureza da água variou de 50 a 150 mg L⁻¹ CaCO₃, apresentando pico mais elevado nos pontos 2 (outubro/19) e ponto 1 (novembro/19) (Figura 17). Segundo CONAMA, embora não haja uma convenção formal, a água do açude pode ser classificada como água potável de média dureza (135-200 mg L⁻¹ CaCO₃) (Tabela 1). Para efeito de potabilidade, são admitidos valores relativamente altos de dureza. No Brasil, a portaria Min. da Saúde N.º 2.914 de 14 de dezembro de 2011, estabelece o VMP (Valor Máximo Permitido) de 500mg/L de concentração total de Cálcio e Magnésio para que a água seja admitida como potável.

Figura 17. Valores obtidos da dureza da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.

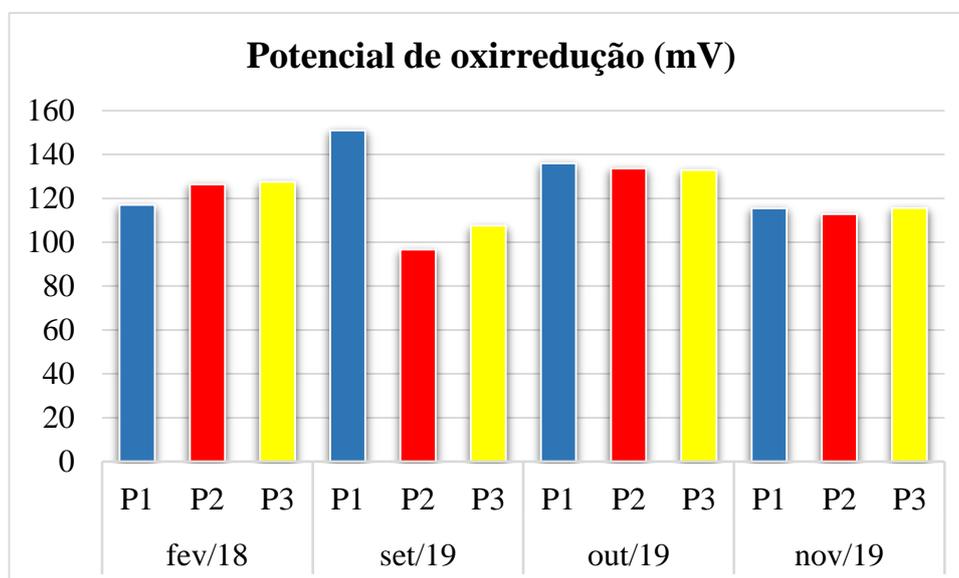


Fonte: COELHO, 2019

4.1.8. Potencial de oxirredução

Quando o valor do potencial de oxirredução é alto, existe muito oxigênio presente na água, tornando-a mais saudável. Isso significa que bactérias que decompõem tecidos mortos e contaminantes pode trabalhar com mais eficiência (GASPAROTTO, 2011). O potencial de oxirredução da água do açude variou de 111,7 a 150,9 mV, onde o ponto 2 (127,5 mV, fev/18), ponto 1 (150,9 mV, set/19) e (136 mV, out/19) e o ponto 3 (115,5 mV, nov/19) obtiveram os maiores potenciais de oxirredução (Figura 18) (Tabela 1).

Figura 18. Valores obtidos do potencial de oxirredução (POR) da água do riacho Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta.



Fonte: COELHO, 2019

4.1.9. Amônia (NH₃)

Os limites estabelecidos pela legislação federal em vigor, a Resolução CONAMA N° 357, muitas espécies não suportam concentrações de amônia acima de 5 mg/L⁻¹, e valores acima de 0,01 mg/L⁻¹ podem ser tóxicos aos peixes. Os níveis de amônia (NH₃) na água do açude Cachoeira II apresentaram resultados apenas no ponto 1 (0,125 µg/L⁻¹) dos meses de fevereiro/18 e setembro/19, ambos com o mesmo valor, ponto 1 do mês de novembro/19 (2,00 µg/L⁻¹) (Figura 19) e no ponto 2 (0,25 µg/L⁻¹) do mês de outubro/19 (Tabela 1). Os níveis de amônia obtidos se mostram tóxicos para os peixes nesses pontos, mas dentro dos limites para algumas espécies de organismos aquáticos.

Figura 19. Análise da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, utilizando a tabela de resultados do Labcon Test Amônia Tóxica.



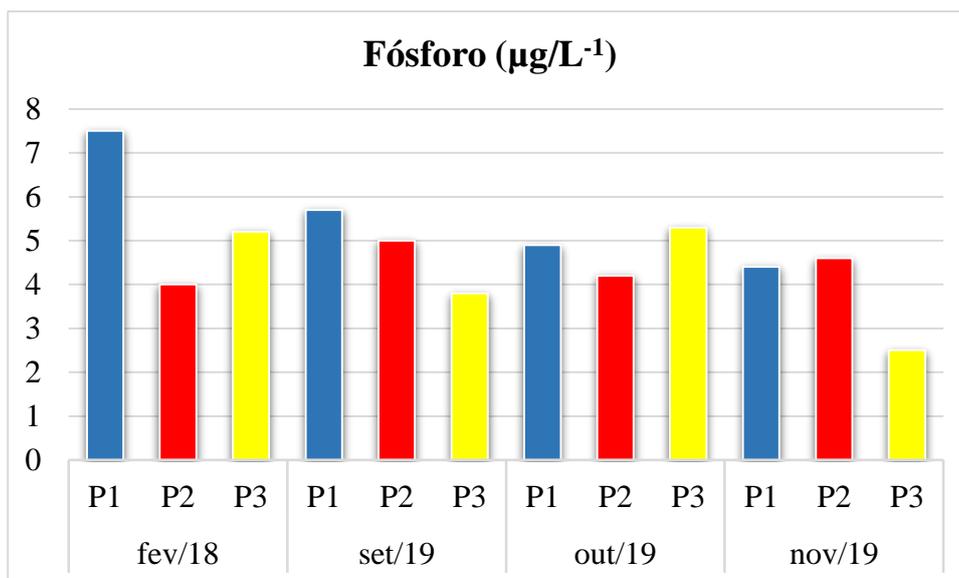
Fonte: COELHO, 2019

Observa-se que nesses pontos o pH obteve valores altos e consequentemente haveria aumento dos níveis de amônia na água, enquanto os demais pontos de todos os meses de coleta não apresentaram nível de amônia na água, estando dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA, indicando uma boa qualidade da água tanto para consumo humano quanto para a vida aquática.

4.1.10. Fósforo

Quanto ao fósforo, houve uma variação de 2,5 a 7,5 $\mu\text{g/L}^{-1}$ ao decorrer das coletas (Tabela 1). Em fevereiro/18 apresentou uma média de 13,23 $\mu\text{g/L}^{-1}$, onde o ponto 1 obteve o maior valor (7,5 $\mu\text{g/L}^{-1}$). O mês de setembro/19 apresentou uma média de 11,86 $\mu\text{g/L}^{-1}$, sendo o ponto 1 o maior valor (5,7 $\mu\text{g/L}^{-1}$). Nos meses de outubro/19 e novembro/19, observou-se uma média de 10,86 e 9,83 $\mu\text{g/L}^{-1}$, apresentando os pontos 3 (5,3 $\mu\text{g/L}^{-1}$) e 2 (4,6 $\mu\text{g/L}^{-1}$) os maiores valores, respectivamente (Figura 20). De acordo com o CONAMA, os valores obtidos de fósforo se encaixam na classificação de Oligotrófico (3,0 – 17,7 $\mu\text{g/L}^{-1}$) para águas superficiais, ou seja, organismos que são adaptados a viver num ambiente que oferece um nível muito baixo de nutrientes.

Figura 20. Valores obtidos de fósforo (P) da água do açude Cachoeira II, Serra Talhada - PE, por mês e pontos de coleta



Fonte: COELHO, 2019

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos da água do Açude Cachoeira II, Serra Talhada/PE, divididos por mês e pontos de coleta.

PONTO/MÊS PARÂMETROS	FEV/18			SET/19			OUT/19			NOV/19		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Temp (°C)	21,9	22,6	22	12,9	19,4	19,6	27,7	27,5	27,6	17,8	18,5	18,7
OD%	48,1	40,3	52	60,1	79,0	65,2	86,7	87,6	88,4	86	82,1	78,9
OD (mg/L⁻¹)	4,21	3,6	4,48	6,06	7,14	5,91	6,81	6,92	6,97	8,16	7,68	7,49
Cond (µS/cm⁻¹)	229,2	226	182,2	23,8	228,8	286	355,4	323,1	342,6	281	280,5	288
Sólidos dissolvidos totais (mg/L⁻¹)	157,9	153,4	128,5	200,85	166,4	205,4	219,7	202,15	212,55	211,2	208	212,5
Salinidade (g L⁻¹)_	0,11	0,11	0,09	0,15	0,12	0,15	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16
Ph	8,3	8,3	8,2	7,81	8,1	8	8,08	8	8,05	7,95	7,75	7,86
Potencial de oxi-redução (mV)	111,7	126,3	127,5	150,9	96,6	107,5	136	133,6	132,9	115,4	112,8	115,5
Turbidez (UNT)	7,68	6,72	7,2	5,04	2,64	2,72	3,84	1,56	3	0,48	0,24	0,48
Amônia (NH₃) (mg/L⁻¹)	0,125	0	0	0,125	0	0	0	0,25	0	0	0	0
Dureza (mg/L⁻¹ CaCO₃)	50	50	50	100	50	50	50	150	100	150	100	100
Fósforo (P) (mg/L⁻¹)	7,5	4,0	5,2	5,7	5,0	3,8	4,9	4,2	5,3	4,4	4,6	2,5
Profundidade (cm)	-	-	-	12	11	11	11	11	10	-	-	-
Transparência (cm)	-	-	-	12	11	11	11	11	10	-	-	-

Fonte: COÊLHO, 2019

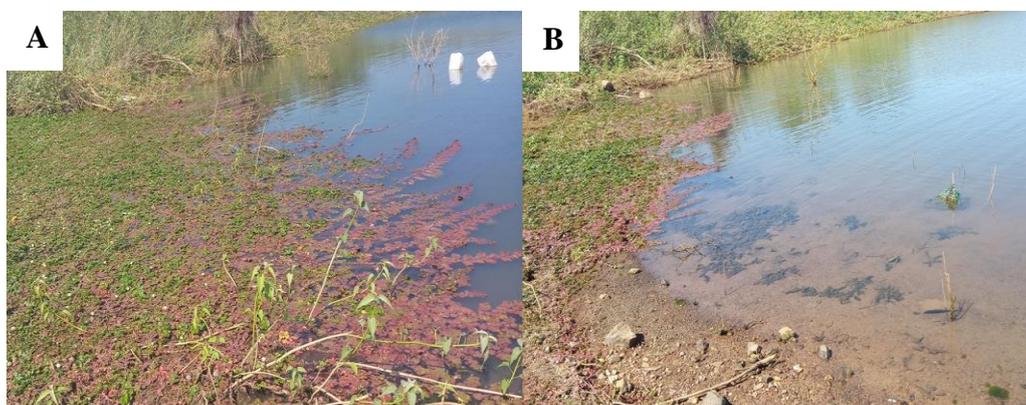
4.1.11. Entomofauna aquática associada às macrófitas

Inicialmente, no período de agosto/19 a setembro/19 (estação chuvosa) foi coletada a macrófita *Ludwigia helminthorrhiza* (Onagraceae) presente nas margens do riacho) (Figura 21A). Porém na coleta do período de outubro/19 a dezembro/19 (estação seca) notou-se o surgimento da macrófita *Egeria densa* (Hydrocharitaceae), enquanto *L. helminthorrhiza* começava a desaparecer (Figura 21B), demonstrando uma sazonalidade.

A macrófita *E. densa* conhecida popularmente como “elódea brasileira”, foi descrita a partir de espécimes originários da América do Sul. Entretanto, podem ser encontradas em diversas outras regiões e pode viver na forma livre ou submersa (RODRIGUES et al., 2011). Quando recebe radiação solar intensamente, logo se prolifera, liberando grandes quantidades de oxigênio, que pode ser observado através de pequenas bolhas que ficam presas às folhas (ESTEVES, 1982).

A *L. helminthorrhiza*, conhecida comumente como *Ludwigia* flutuante, é uma erva nativa do sul do México, Colômbia e América do Sul, seu habitat inclui localidades úmidas e pantanosas. Apesar de não ser endêmica do Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil, sendo mais dominantes na Amazônia, Caatinga e Pantanal. Cresce da beira da água para a água e ao longo do caule e raízes desenvolve raízes brancas de 1 a 1,2 cm de comprimento que funcionam como corpos flutuantes para manter a planta principal flutuando na superfície. Em cada nódulo, a planta pode desenvolver raízes, que podem atingir a água até o fundo da água. As flores têm pétalas brancas e folhas ovais a quase redondas (ESTEVES, 1982).

Figura 21. (A) *Ludwigia helminthorrhiza* Mart abundante no ponto 3 e (B) observa-se a presença de machas escuras na água, a *Egeria densa* Planch.



Fonte: COELHO, 2019

Tabela 2. Abundância de insetos, por família, associados aos substratos naturais e artificiais relacionados com suas respectivas frequências, encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada/PE.

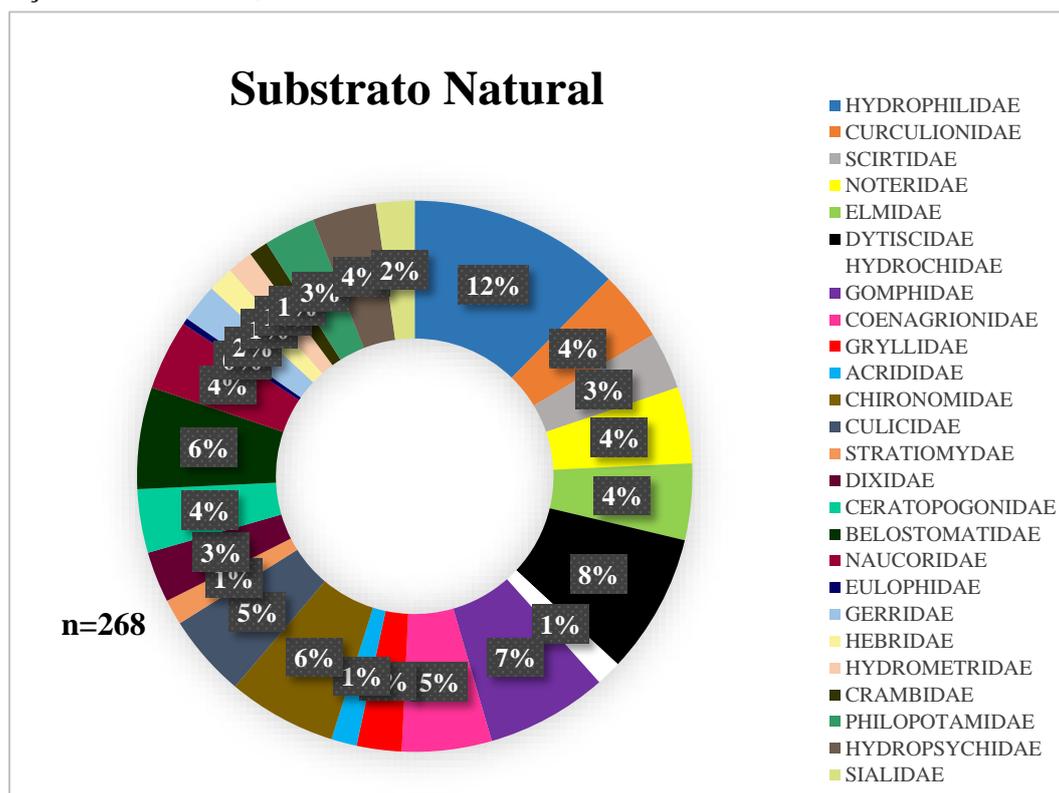
TÁXONS	SUBSTRATO NATURAL	SUBSTRATO ARTIFICIAL
HYDROPHILIDAE	33	30
CURCULIONIDAE	11	12
SCIRTIDAE	9	-
NOTERIDAE	12	-
ELMIDAE	12	13
DYTISCIDAE	22	21
HYDROCHIDAE	4	8
GOMPHIDAE	19	12
COENAGRIONIDAE	14	14
GRYLLIDAE	7	2
ACRIDIDAE	4	2
CHIRONOMIDAE	17	12
CULICIDAE	13	12
STRATIOMYDAE	4	14
DIXIDAE	8	10
CERATOPOGONIDA	10	10
E		
BELOSTOMATIDAE	16	10
NAUCORIDAE	11	-
EULOPHIDAE	1	2
GERRIDAE	6	6
HEBRIDAE	4	-
HYDROMETRIDAE	4	8
CRAMBIDAE	3	6
PHILOPOTAMIDAE	8	5
HYDROPSYCHIDAE	10	17
SIALIDAE	6	-
HELOTREPHIDAE	-	3
PLEIDAE	-	8
ECNOMIDAE	-	15
LESTIDAE	-	2
AESHNIDAE	-	4
SISYRIDAE	-	4
CORYDALIDAE	-	4
TOTAL	268	266

-: ausentes

Fonte: COELHO, 2019

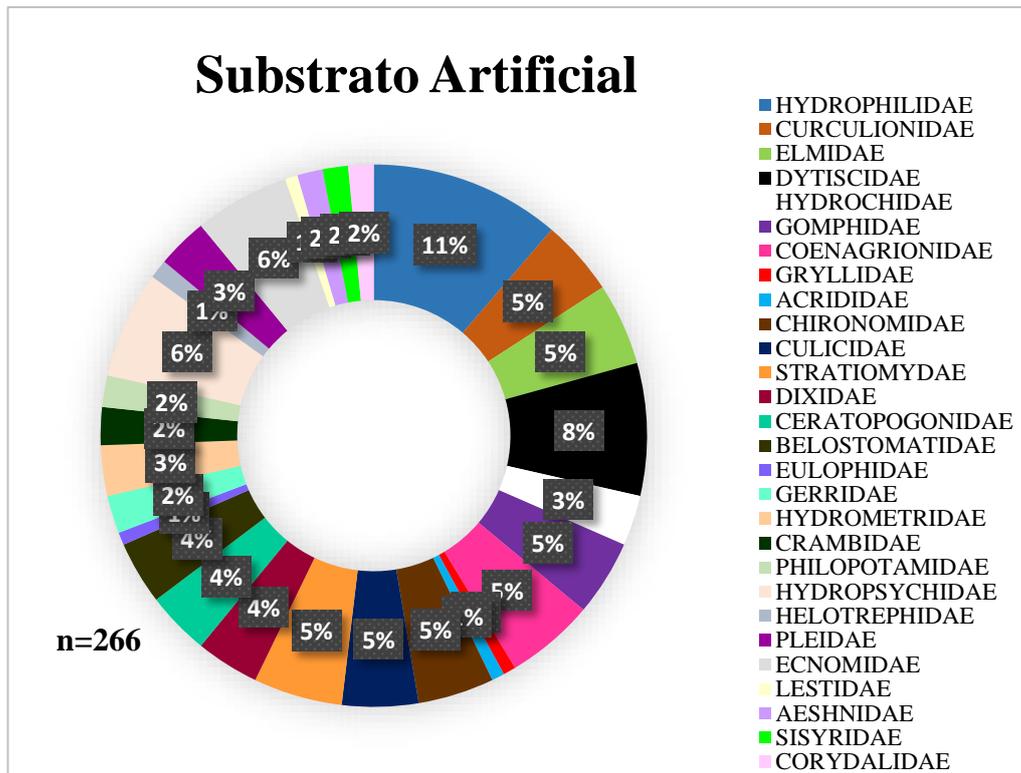
A tabela 2 representa a abundância de insetos por família encontrados nos substratos naturais e artificiais, demonstrando semelhanças e divergências na ocorrência de famílias. No substrato artificial houve a ausência de quatro famílias (Noteridae, Scirtidae, Naucoridae e Sialidae), onde estavam presentes no substrato natural. Já no substrato natural sete famílias estiveram ausentes (Helotrephidae, Pleidae, Ecnomidae, Lestidae, Aeshnidae, Sisyridae e Corydalidae), sendo estas presentes no substrato artificial. Enquanto as demais famílias estão presentes em ambos os substratos. A família mais abundante em ambos os substratos foi Hydrophilidae (Coleoptera), onde no substrato natural corresponde a 12% (Figura 22) e no substrato artificial a 11% (Figura 23). Diante disso, o substrato artificial demonstrou ser o mais diverso com 28 famílias.

Figura 22. Abundância de insetos (n=268), por família, associados às macrófitas aquáticas relacionados com suas respectivas frequências (%) encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada-PE.



Fonte: COELHO, 2019

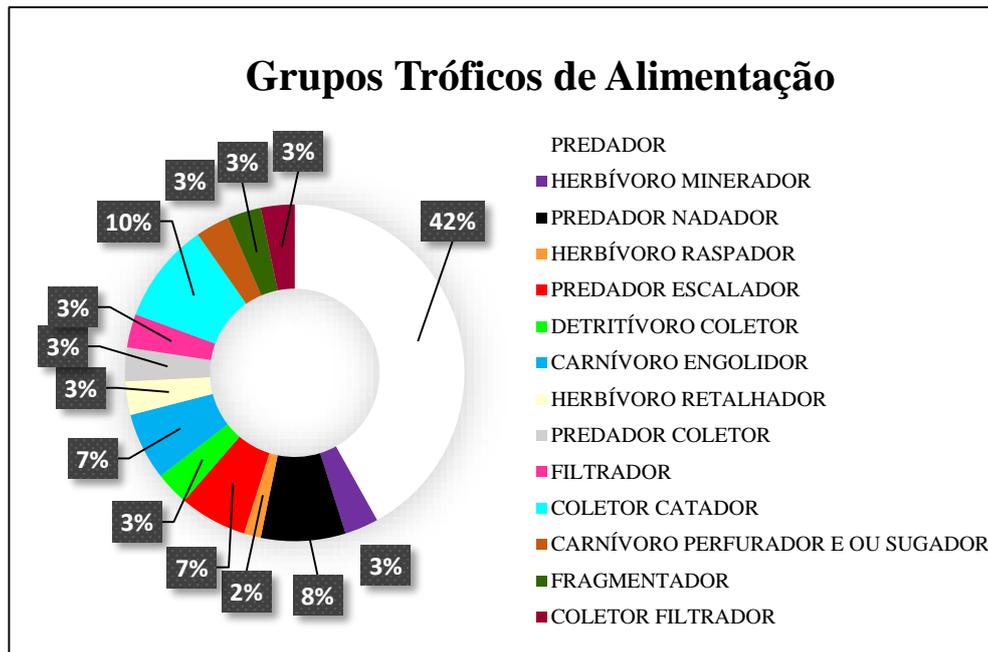
Figura 23. Abundância de insetos (n=266), por família, associados ao substrato artificial relacionados com suas respectivas frequências (%) encontrados no Açude Cachoeira II, Serra Talhada-PE.



Fonte: COÊLHO, 2019

Quanto aos grupos tróficos de alimentação, do total das famílias e gêneros analisados, os predadores apresentaram maior riqueza com 42% (Figura 24). Numa análise geral dos substratos, os predadores apresentaram uma abundância de 40%, representados pelas famílias Hydrophilidae, Dytiscidae, Scirtidae, Naucoridae, Eulophidae, Gerridae, Hebridae e Hydrometridae.

Figura 24. Representação dos grupos tróficos de alimentação dos insetos, por gênero (n=17), encontrados nos substratos naturais (macrófitas) e artificiais no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.



Fonte: COELHO, 2019

Ao decorrer do estudo foram coletados no açude Cachoeira II, um total de 634 insetos em estágios de desenvolvimento diferentes (larva, ninfa e adultos), distribuídos em 10 ordens, 34 famílias, 38 gêneros e 15 espécies, além da presença de ecdises. Foram registrados também 857 moluscos, 11 camarões e cinco aranhas. Desse total, 217 insetos foram encontrados no substrato natural do tratamento um, distribuídos em 8 ordens, 26 famílias, 30 gêneros e 12 espécies, além de 405 moluscos, 5 camarões e 5 aranhas. No substrato artificial do tratamento dois foram encontrados 151 insetos, distribuídos em 7 ordens, 14 famílias, 15 gêneros e 7 espécies. No substrato artificial do tratamento três foram coletados 266 insetos distribuídos em 10 ordens, 28 famílias, 29 gêneros e 10 espécies, além de 452 moluscos e 6 camarões.

Na entomofauna aquática coletada os Coleoptera (Hydrophilidae, Curculionidae, Scirtidae, Noteridae, Elmidae, Dytiscidae, Hydrochidae), Diptera (Chironomidae, Culicidae, Stratiomyidae, Dixidae, Ceratopogonidae e Ecnomidae), Hemiptera (Belostomatidae, Naucoridae, Eulophidae, Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Helotrephidae e Pleidae) e Odonata (Gomphidae, Coenagrionidae, Ashnidae e Lestidae)

foram os mais representativos, sendo essas ordens os principais bioindicadores da qualidade da água.

<i>Aprostocetus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	Predador
Gerridae											
<i>Rheumatobates</i>	3	-	-	1	-	2	-	-	-	6	Predador
Hebridae											
<i>Hebrus</i>	1	-	-	3	-	-	-	-	1	4	Predador
Hydrometridae											
<i>Hydrometra</i>	-	-	1	1	-	-	-	1	1	4	Fragmentador
Lepidoptera											
Crambidae											
<i>Elophila</i>	-	1	-	1	-	-	-	-	1	3	Predador
<i>Elophila</i> sp.											
Trichoptera											
Philopotamidae											
<i>Philopotamus</i>	-	1	-	2	-	3	1	1	-	8	Predador
Hydropsychidae											
<i>Rhyacophylax</i>	-	-	2	4	-	-	-	2	2	10	Predador
<i>Cheumatopsyche</i>	1	-	-	1	-	1	-	-	-	3	Predador
Megaloptera											
Sialidae											
<i>Sialis</i>	-	-	2	3	1	-	-	-	-	6	Predador
GASTROPODA											
Mesogastropoda	39	57	92	25	21	60	51	37	23	405	Raspador
MELACOSTRACA											
Decapoda											
Palaeomonidae	1	-	2	1	-	1	-	-	-	5	Raspador
ARACHNIDA											
Araneae	3	-	-	1	1	-	-	-	-	5	Coletor catador/Predador
TOTAL	61	82	124	79	63	97	78	59	43	686	

Fonte: COELHO, 2019

Tabela 4. Táxons de macroinvertebrados aquáticos encontrados no substrato artificial do tratamento dois (coletores de garrafas PET contendo no seu interior uma mímica de planta de polietileno) (n=151) por mês e ponto de coleta no período de setembro a novembro/19 no Açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

TÁXONS	SUBSTRATO ARTIFICIAL (T2)									TOTAL GERAL	GRUPOS TRÓFICOS
	SET/19			OUT/19			NOV/19				
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3		
INSECTA											
Coleoptera											
Hydrophilidae											
<i>Hydrophilus</i>	2	1	2	1	1	4	1	2	3	17	Predador
<i>Hydrophilus triangularis</i>											
<i>Tropisternus</i>	1	3	-	-	-	-	1	-	2	7	Predador
Curculionidae											
<i>Neelmis</i>	1	-	2	-	1	-	1	3	-	8	Herbívoro
<i>Neelmis limosa</i>											
Hydrochidae											
<i>Hydrochus</i>	1	-	2	1	-	1	-	3	-	8	Detritívoro coletor
<i>Hydrochus squamifer</i>											
Hemiptera											
Gerridae											
<i>Rheumatobates</i>	-	1	-	-	2	-	1	2	1	7	Predador
Hydrometridae											
<i>Hydrometra</i>	-	1	2	-	1	1	2	1	2	10	Predador
Belostomatidae											
<i>Weberiella</i>	1	-	2	1	-	-	-	-	2	6	Carnívoro perfurador e/ou sugador
Diptera											
Culicidae											
<i>Culex</i>											
<i>Culex quinquefasciatus</i>	3	1	1	1	-	-	1	1	1	9	Filtrador
Ceratopogonidae											
<i>Culicoides</i>	2	-	1	-	3	-	2	-	4	12	Coletor filtrador
Chironomidae											
<i>Ablabesmyia</i>											

<i>Ablabesmyia</i> sp.	1	2	-	2	-	-	3	2	2	12	Coletor predador
Odonata											
Gomphidae											
<i>Aphylla</i>	2	1	3	2	-	1	1	2	2	14	Carnívoro engolidor
<i>Aphylla williamsoni</i>											
Coenagrionidae											
<i>Oxyagrion</i>	1	2	2	1	-	-	3	-	1	10	Predador escalador
<i>Oxyagrion simile</i>											
Hymenoptera											
Eulophidae											
<i>Aprostocetus</i>	-	1	-	1	1	3	-	-	-	6	Predador
Trichoptera											
Hydropsychidae											
<i>Rhyacophylax</i>	2	3	-	1	1	3	2	1	3	16	Predador
Megaloptera											
Corydalidae											
<i>Chauliodes</i>	1	2	-	-	2	1	-	1	2	9	Predador
TOTAL	18	18	17	11	12	14	18	18	25	151	

Fonte: COELHO, 2019

<i>Acheta domesticus</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	-	2	Herbívoro retalhador
Hymenoptera											
Eulophidae											
<i>Aprostocetus</i>											
Neuroptera	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	Predador
Sisyridae											
<i>Sisyra</i>											
Trichoptera	-	3	-	-	-	1	-	-	-	4	Coletor catador
Philopotamidae											
<i>Philopotamus</i>											
Hydropsychidae	-	1	-	2	2	-	-	-	-	5	Predador
<i>Rhyacophylax</i>											
Megaloptera	-	4	-	3	3	2	-	2	3	17	Predador
Corydalidae											
<i>Chauliodes</i>	-	-	1	-	1	-	1	-	1	4	Predador
GASTROPODA											
Mesogastropoda	97	67	45	19	48	72	31	24	49	452	Raspador
MELACOSTRACA											
Decapoda											
Palaeomonidae	-	-	1	2	-	1	1	-	1	6	Raspador
TOTAL										724	

Fonte: COELHO, 2019

A entomofauna aquática encontrada em ambos os substratos apresentaram os seguintes gêneros e espécies:

- **Lepidoptera** (*Elophila* - Crambidae) (Figura 25);
- **Coleoptera** (*Tropisternus*, *Hydrophilus* – Hydrophilidae; *Neoelmis* – Curculionidae; *Scirtes* – Scirtidae; *Liocanthhydrus* - Noteridae; *Heterelmis*, *Gyrelmis* - Elmidae; *Rhantus*, *Laccophilus* - Dytiscidae; *Hydrochus* - Hydrochidae) (Figura 26);
- **Orthoptera** (*Acheta* - Gryllidae; *Acrida* - Acrididae) (Figura 27);
- **Odonata** (*Aphylla*, *Phyllogomphoides* - Gomphidae; *Leste* - Lestidae; *Oxyagrion* - Coenagrionidae; *Rhionaeschna* - Aeshnidae) (Figura 28);
- **Trichoptera** (*Philopotamus* - Philopotamidae; *Rhyacophylax*, *Cheumatopshyche* - Hydropsychidae) (Figura 29);
- **Hemiptera** (*Weberiella*, *Lethocerus* - Belostomatidae; *Limnocoris* - Naucoridae; *Aprostocetus* -Eulophidae; *Rheumatobates* - Gerridae; *Hebrus* - Hebridae; *Hydrometra* - Hydrometridae; *Paratrephes* - Helotrephidae; *Neoplea* - Pleidae) (Figura 30);
- **Diptera** (*Ablabesmyia* - Chironomidae; *Culex* - Culicidae; *Dixa* - Dixidae; *Culicoides* - Ceratopogonidae; *Austrotinodes* - Ecnomidae) (Figura 31);
- **Neuroptera** (*Sisyra* - Sisyridae) (Figura 32);
- **Megaloptera** (*Sialis* - Sialidae; *Chauliodes* - Corydalidae);
- **Hymenoptera** (*Aprostocetus* - Eulophidae).

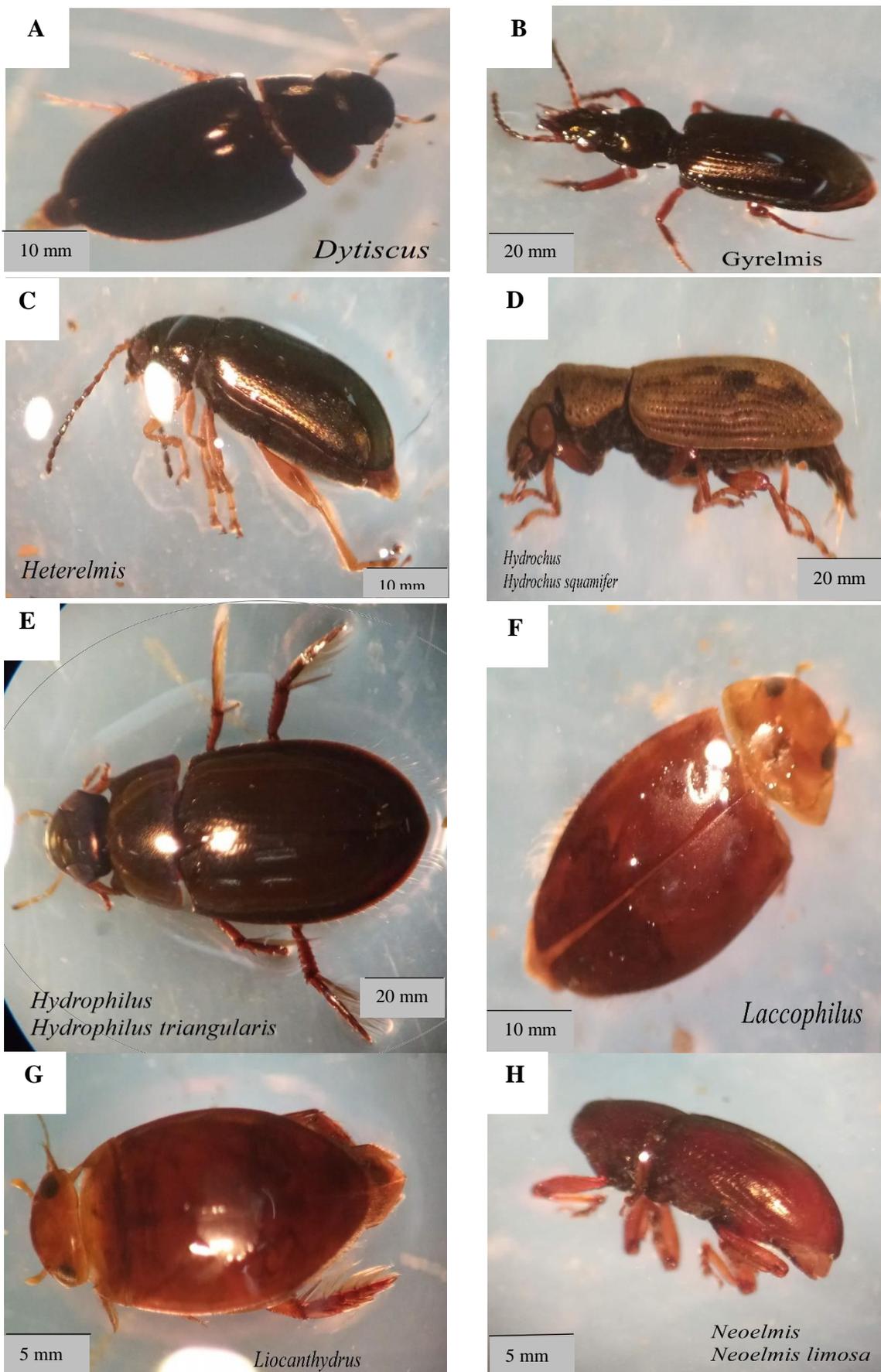
Outras classes de organismos foram encontradas, como Gastropoda, Malacostraca e Arachnida (Figura 33).

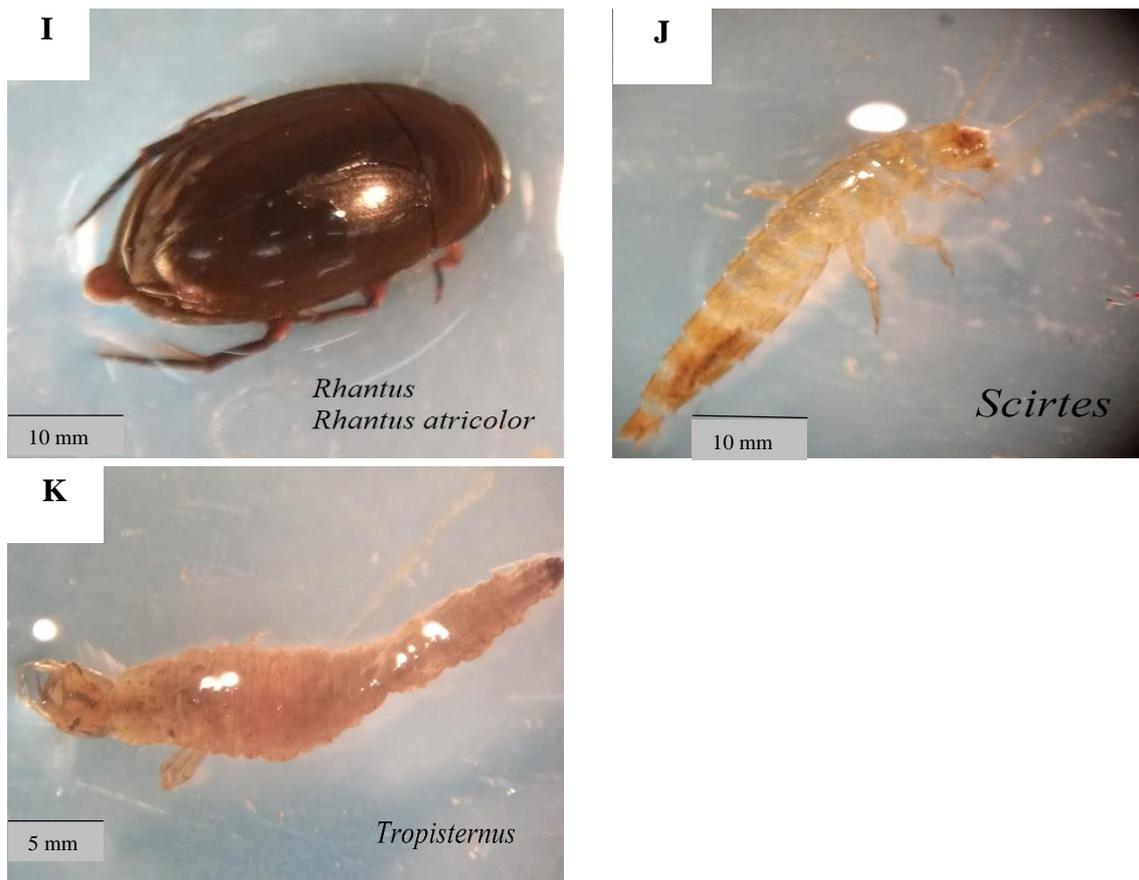
Figura 25. Espécie de Lepidoptera: *Elophila* sp.



Fonte: COELHO, 2019

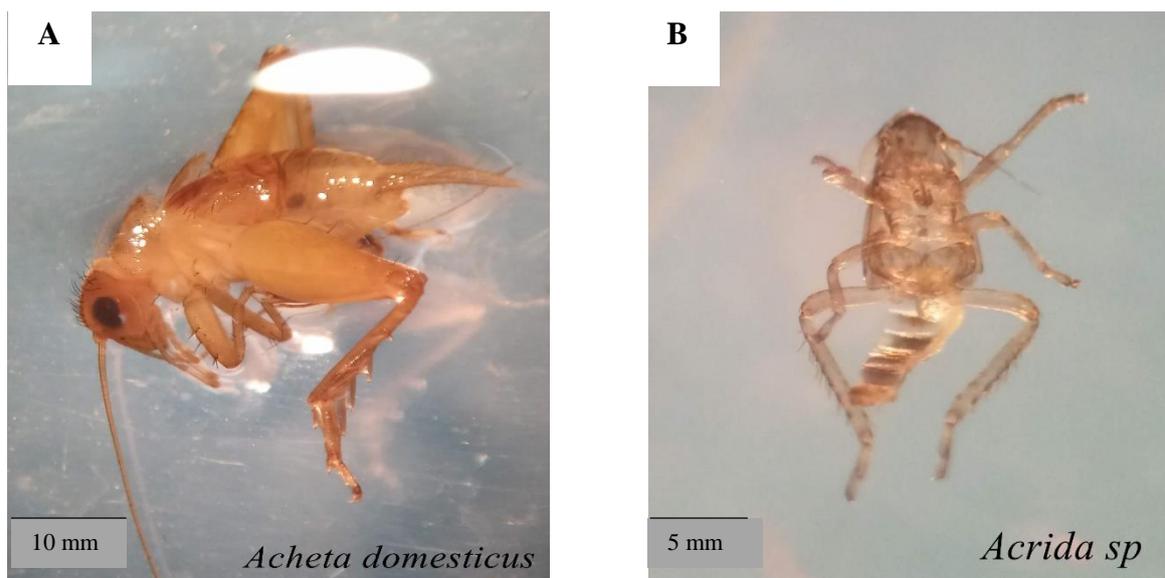
Figura 26. Gêneros e espécies de Coleoptera: A. *Dytiscus*, B. *Gyrelmis*, C. *Heterelmis*, D. *Hydrochus* (*Hydrochus squamifer*), E. *Hydrophilus* (*Hydrophilus triangularis*), F. *Laccophilus*, G. *Liocanthyrus*, H. *Neoelmis* (*Neoelmis limosa*), I. *Rhantus* (*Rhantus atricolor*), J. *Scirtes* e K. *Tropisternus*.





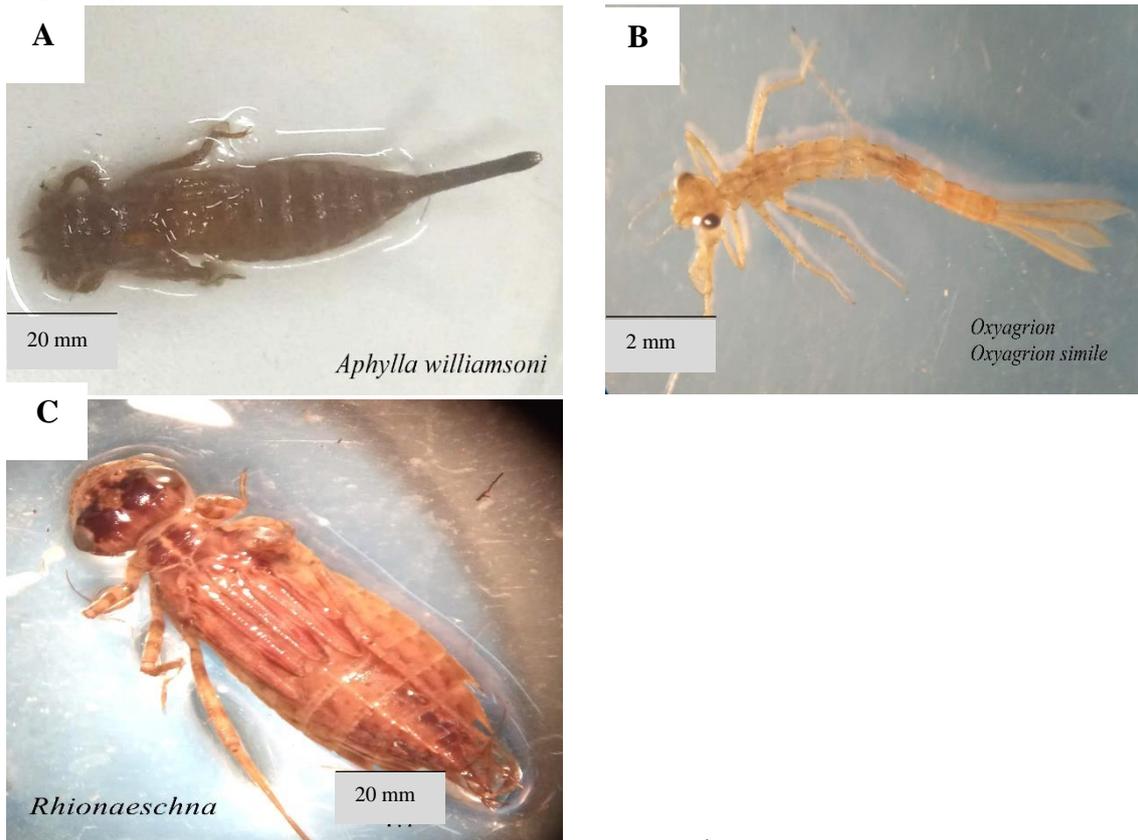
Fonte: COELHO, 2019

Figura 27. Espécies de Orthoptera: A. *Acheta domesticus* e B. *Acrida* sp.



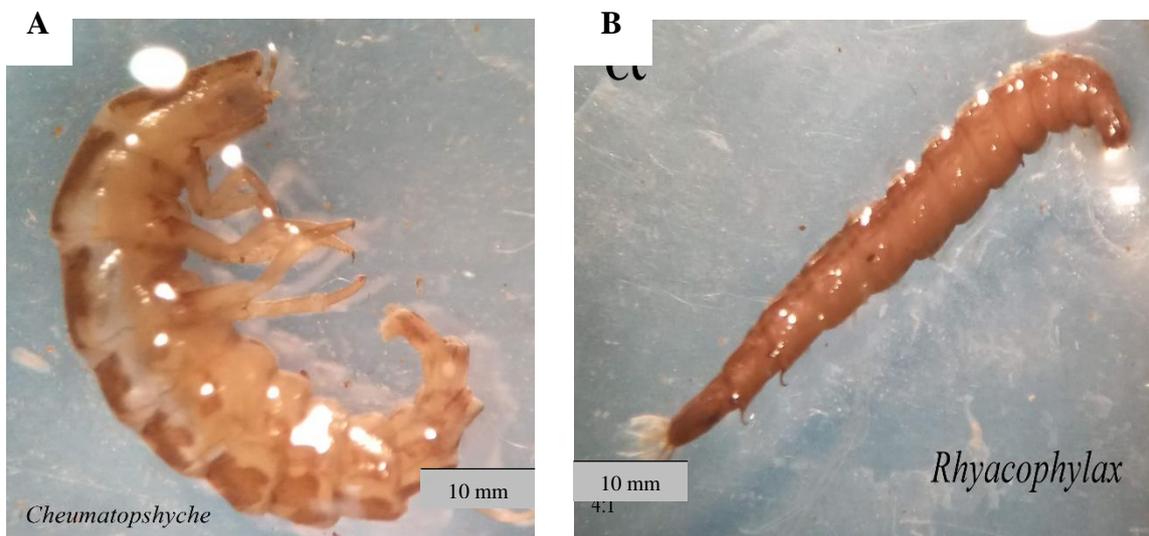
Fonte: COELHO, 2019

Figura 28. Gêneros e espécies de Odonata: A. *Aphylla williamsoni*, B. *Oxyagrion* (*Oxyagrion símile*) e C. *Rhionaeschna*.



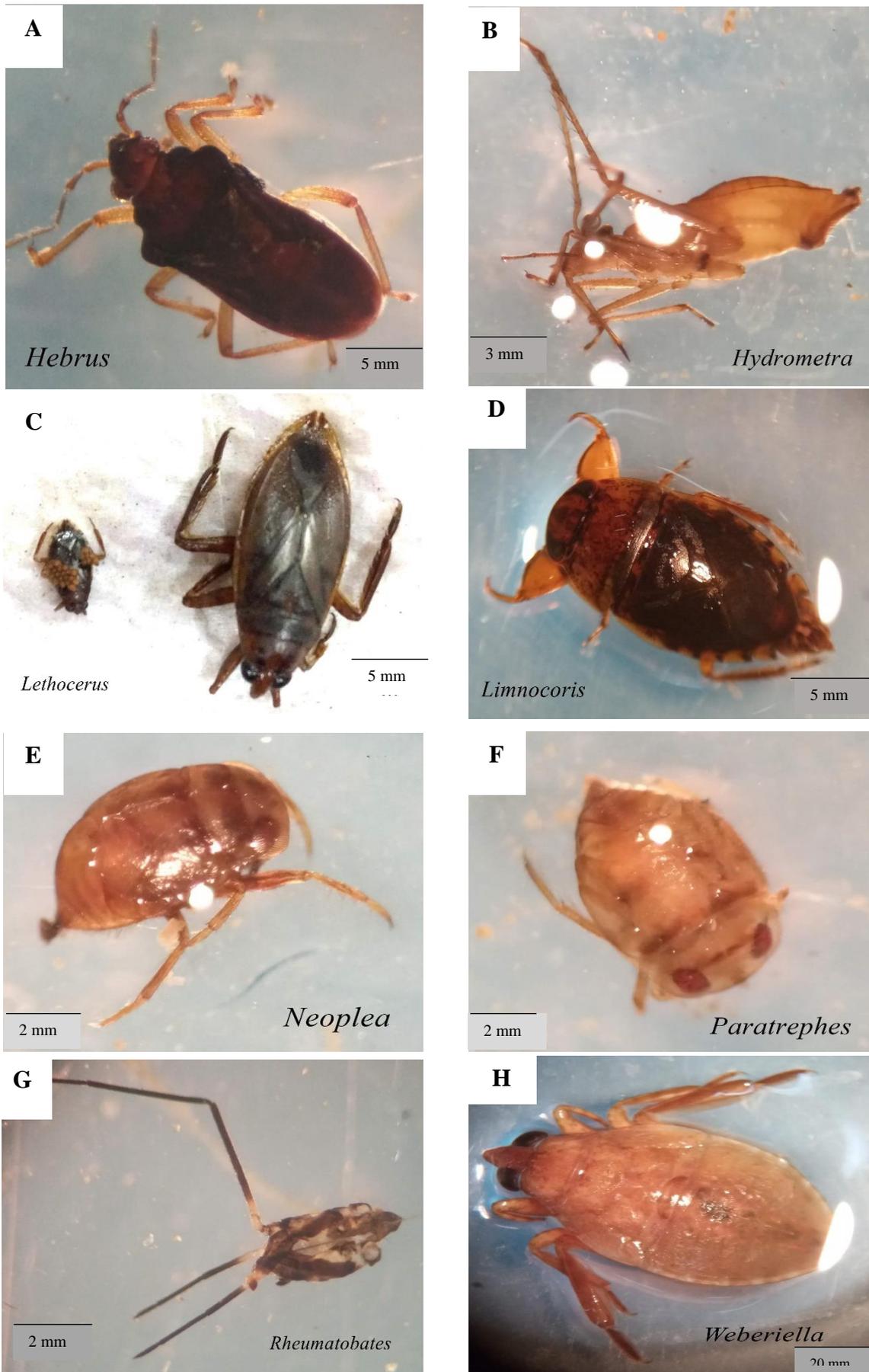
Fonte: COÊLHO, 2019

Figura 29. Gêneros de Trichoptera: A. *Cheumatopsyche* e B. *Rhyacophylax*.



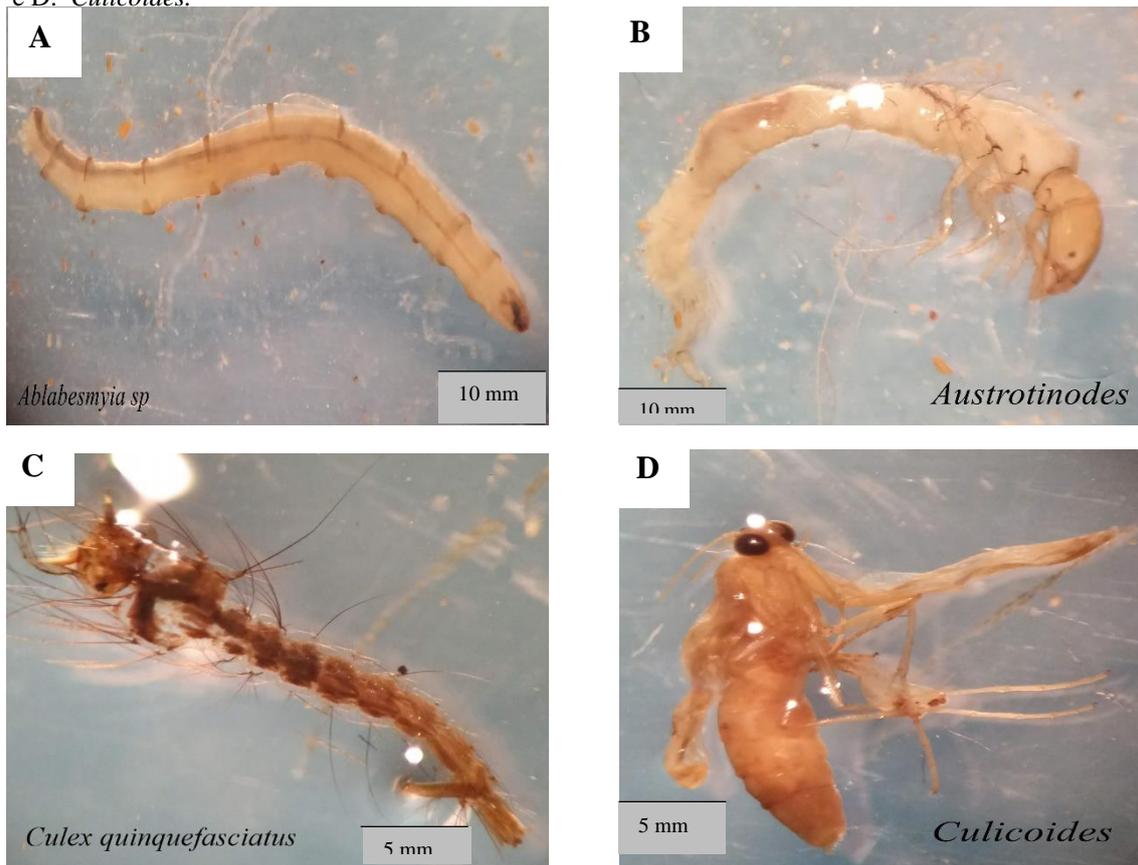
Fonte: COÊLHO, 2019

Figura 30. Gêneros de Hemiptera: A. *Hebrus*, B. *Hydrometra*, C. *Lethocerus*, D. *Limnocoris*, E. *Neoplea*, F. *Paratrephes*, G. *Rheumatobates* e H. *Weberella*



Fonte: COELHO, 2019

Figura 31. Gêneros e espécies de Diptera: A. *Ablabesmyia* sp., B. *Austrotinodes*, C. *Culex quinquefasciatus* e D. *Culicoides*.



Fonte: COELHO,2019

Figura 32. Gênero de Neuroptera: *Sisyra*.



Fonte: COELHO, 2019

Figura 33. Outras classes de artrópodes encontrados: A. Araneae (Arachnida), B. Postura de ovos de Mesogastropoda (Gastropoda), C. Concha de Mesogastropoda e D. Palaemonidae (Malacostraca).



Fonte: COELHO, 2019

4.1.12. Índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party Score System*)

De acordo com Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega (1988), a água de ótima qualidade deve ter valor >150 (Classe I) sendo considerada água muito limpa; boa entre 121-150 (Classe II) sendo considerada água limpa, não poluída ou sistema perceptivelmente não alterado; aceitável entre 101-120 (Classe III) para águas muito pouco poluídas; duvidosa entre 61 – 100 (Classe IV) onde são evidentes efeitos moderados de contaminação, e poluída entre 36-60 (Classe V) para águas contaminadas.

Apenas o ponto 1 (out/19) apresentou qualidade aceitável, se encaixando na classe III para águas pouco poluídas, enquanto os demais pontos apresentaram qualidade duvidosa e poluída (Tabela 6). As famílias que obtiveram pontuação mais alta são mais sensíveis a poluição, como Gomphidae, Gryllidae e Philopotamidae.

Tabela 6. Valores obtidos pelo índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party Score System*) para as famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

Ceratopogonidae	2			X	X	X	X	X	X	
HEMIPTERA										
Belostomatidae	5			X	X	X	X	X	X	
Naucoridae	5		X		X	X	X	X	X	
Eulophidae	2		X							
Gerridae	3	X			X		X			
Hebridae	3	X			X			X	X	
Hydrometridae	3			X	X			X	X	
LEPIDOPTERA										
Crambidae	3		X		X				X	
TRICHOPTERA										
Philopotamidae	8		X		X		X	X	X	
Hydropsychidae	6	X		X	X		X		X	
MEGALOPTERA										
Sialidae	6			X	X	X				
TOTAL		39	49	70	101	71	91	64	73	68
CLASSE		V	V	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV
QUALIDADE		Poluída	Poluída	Duvidosa	Aceitável	Duvidosa	Duvidosa	Duvidosa	Duvidosa	Duvidosa

Tabela 6. Continuação. Valores obtidos pelo índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party Score System*) para as famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

ORDEM/FAMÍLIA	PONTUAÇÃO	SET/19			OUT/19			NOV/19		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
COLEOPTERA										
Hydrophilidae	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Curculionidae	5	X		X	X		X	X		
Scirtidae	5		X		X	X	X		X	
Noteridae	5		X	X	X		X	X	X	X
Elmidae	5			X	X	X	X	X	X	X
Dytiscidae	3			X		X	X	X	X	
Hydrochidae	5			X		X	X			
Laccophilinae	3			X	X	X		X		X
ODONATA										
Gomphidae	8		X	X	X	X	X	X	X	X
Coenagrionidae	6	X	X		X	X	X	X	X	X
ORTHOPTERA										
Gryllidae	7	X		X	X	X	X			X
Acrididae	4	X			X		X			
DIPTERA										
Chironomidae	2	X		X	X	X	X	X	X	X
Culicidae	2		X		X	X	X	X	X	X
Stratiomyidae	2		X			X			X	
Dixidae	2			X	X	X	X	X		X

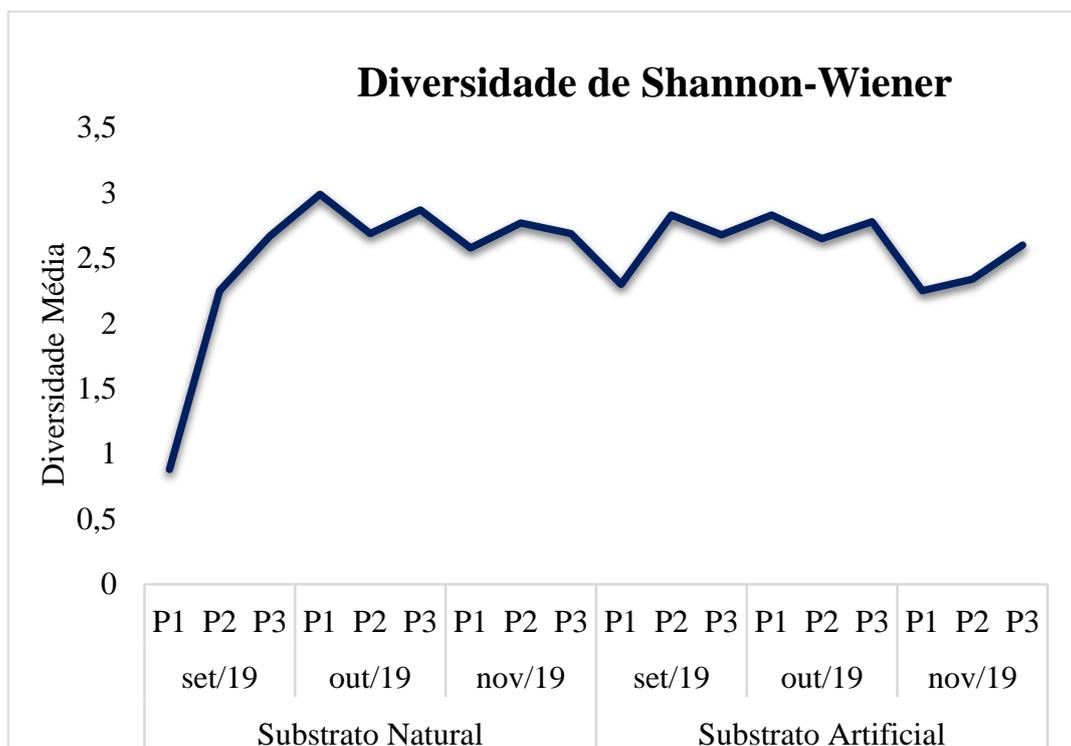
Fonte: COELHO, 2019

4.1.13. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')

No geral, o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') por mês e ponto de coleta no substrato natural (macrófita), demonstrou uma escala crescente com poucas oscilações de diversidade de espécies, variando de 0,88 a 2,99, levando em consideração que quanto maior o valor do índice maior a diversidade. Com isso, o substrato natural obteve a maior diversidade no ponto 1 no mês de outubro/19 (2,99) e a menor no ponto 1 (0,88) no mês de setembro/19 (Figura 26) (Tabela 7). Já o substrato artificial variou de 2,3 a 2,83, apresentando pequenas oscilações, onde a maior diversidade de espécies está no ponto 2 do mês de setembro/19 e no ponto 1 do mês de outubro/19, ambos com o

mesmo valor (2,83). O ponto 1 do mês de setembro/19 apresentou a menor diversidade (2,3) (Tabela 8).

Figura 34. Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Diversidade de Shannon em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.



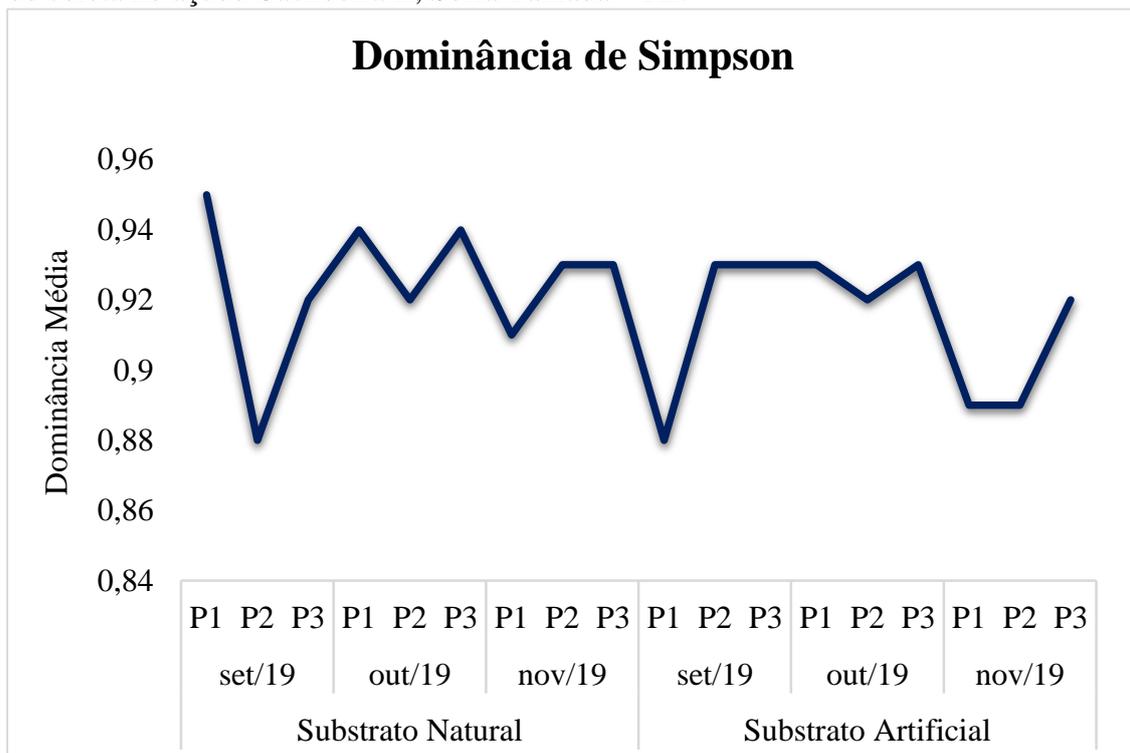
Fonte: COELHO, 2019

4.1.14. Índice de Dominância de Simpson (C)

O Índice de Dominância de Simpson (C) sugere que uma comunidade de espécies com maior diversidade terá a maior dominância, onde valores próximos a 1 (um), a diversidade é considerada maior. O substrato natural (macrófita) demonstrou uma escala constante, variando de 0,88 a 0,95 (Tabela 7). Todos os pontos apresentaram valores muito próximos de 1, obtendo uma grande diversidade com dominância maior no ponto 1 (0,95) do mês de setembro/19 e a menor no ponto 2 (0,88) do mesmo mês, apresentando uma diversidade menor (Figura 27). O substrato artificial variou de 0,88 a 0,93, apresentando valores constantes com pequenas oscilações, mantendo-se próximos a 1

(Tabela 8). Os pontos 2 e 3 do mês de setembro/19, e os pontos 1 e 3 do mês de outubro/19 apresentaram o mesmo valor (0,93), sendo os grupos mais dominantes. Numa média geral por substrato, o natural obteve a maior diversidade (8,32).

Figura 35. Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Dominância de Simpson em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.



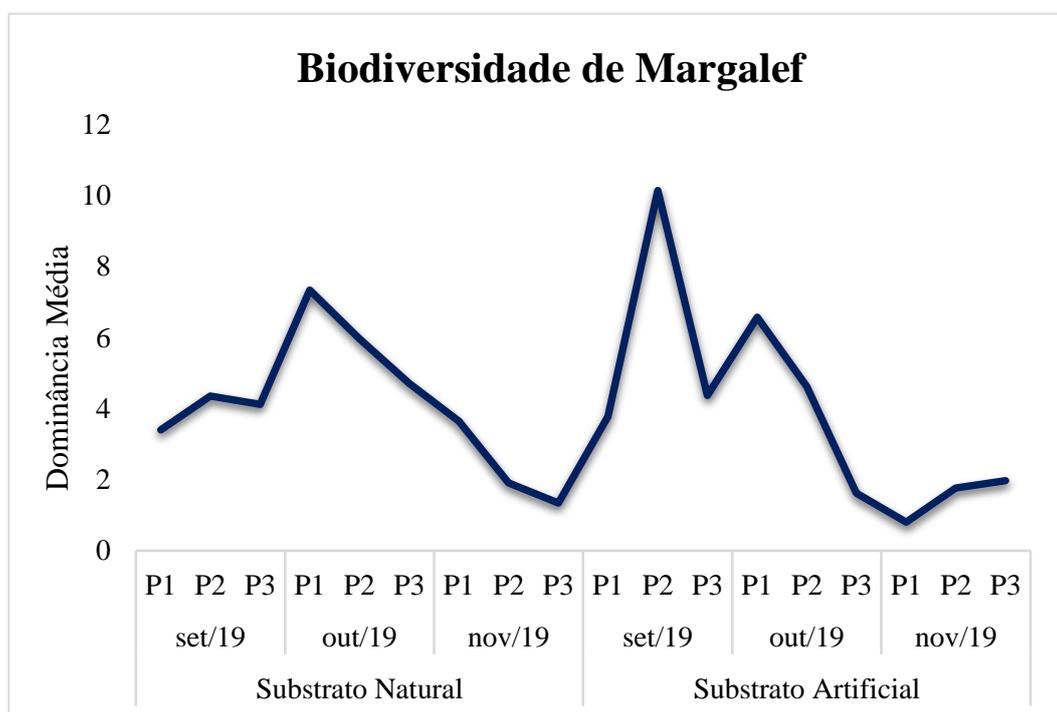
Fonte: COELHO, 2019

4.1.15. Índice de Biodiversidade de Margalef (I)

O Índice de Biodiversidade de Margalef estima que valores inferiores a 2,0 são considerados como denotando áreas de baixa diversidade e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade. O substrato natural variou de 1,34 a 7,34 (Tabela 7), onde a maior biodiversidade ocorreu no mês de outubro/19 no ponto 1 (7,34) e a menor no ponto 2 (1,91) e 3 (1,34) do mês de novembro/19, se caracterizando por áreas de baixa diversidade em resultado de efeitos antropogênicos. Os demais pontos estão dentro do limite de áreas de média biodiversidade (Figura 28).

O substrato artificial apresentou uma alta variação de 0,8 a 10,14 (Tabela 8). O ponto 2 (10,14) do mês de setembro/19 obteve a maior biodiversidade de espécies, enquanto o ponto 3 (1,62) do mês de outubro/19 e todos os pontos (0,8P1,1,76P2 e 1,97P3) do mês de novembro/19 apresentaram valores abaixo de 2,0, se encaixando em áreas de baixa biodiversidade.

Figura 36. Gráfico comparativo do substrato natural (macrófita) e substrato artificial baseando-se nos dados de Biodiversidade de Margalef em relação às diferentes campanhas de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.



Fonte: COÊLHO, 2019

Tabela 7. Comparação da abundância de insetos nas macrófitas entre os índices obtidos por mês e pontos de coleta no açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

SUBSTRATO	PARÂMETRO	SET/19			OUT/19			NOV/19		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')	0,88	2,25	2,67	2,99	2,69	2,87	2,58	2,77	2,69
MACRÓFITA	Índice de dominância de Simpson (C)	0,95	0,88	0,92	0,94	0,92	0,94	0,91	0,93	0,93
	Índice de Biodiversidade de Margalef (I)	3,4	4,35	4,12	7,34	5,96	4,71	3,64	1,91	1,34

Fonte: COÊLHO, 2019

Tabela 8. Comparação da abundância de insetos no substrato artificial entre os índices obtidos por mês e pontos de coleta.

SUBSTRATO	PARÂMETRO	SET/19			OUT/19			NOV/19		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Artificial	Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')	2,3	2,83	2,68	2,83	2,65	2,78	2,25	2,34	2,6
	Índice de dominância de Simpson (C)	0,88	0,93	0,93	0,93	0,92	0,93	0,89	0,89	0,92
	Índice de Biodiversidade de Margalef (I)	3,78	10,14	4,37	6,57	4,62	1,62	0,8	1,76	1,97

Fonte: COELHO, 2019

5. Discussão

Através dos resultados obtidos no presente estudo, observou-se que a composição, diversidade, riqueza e abundância da entomofauna aquática do açude Cachoeira II, Serra Talhada – PE, associada às macrófitas aquáticas e ao substrato artificial variou na medida que as macrófitas iam se tornando ausentes. Ambos os substratos apresentaram alta dominância de táxons, porém o substrato artificial apresentou uma biodiversidade muito alta em comparação ao substrato natural, tornando-o mais diverso e demonstrando eficiência na sua colonização.

As macrófitas dependem muito das condições físicas, químicas e biológicas que a água e o ecossistema circundante oferecem. De modo que, necessitam de condições específicas, dependendo da espécie, para se desenvolver em determinado ambiente, como faixas ótimas de temperatura, em função das variáveis sazonais do ambiente e de sua localização geográfica. Os parâmetros abióticos interferem de modo direto no desenvolvimento das macrófitas, onde a baixar turbulência, abundância de nutrientes, ausência de espécies predadoras e competidoras, e condições climáticas propícias, favorecem o crescimento dessas plantas. Porém, suportam grandes períodos de seca bem como diferentes concentrações salinas (ESTEVES, 1998).

Durante o estudo a ordem Coleoptera foi a mais representativa em número de famílias (oito famílias). Compreende a maior ordem de insetos e apresenta grande diversidade e abundância dentre os macroinvertebrados de água doce. Pode viver em lagos, riachos, poças temporárias ou em fitotelmos e apresentar grande abundância nas

regiões litorâneas junto às macrófitas aquáticas (SEGURA et al., 2011), as quais são utilizadas como alimento pelos coleópteros fitófagos (fragmentadores, raspadores e detritívoros) e como local para oviposição (THOMAZ E RIBEIRO DA CUNHA, 2010), o que pode explicar sua representatividade neste estudo.

A presença de Odonata no presente estudo é decorrente desses indivíduos estarem em praticamente todos os tipos de ecossistemas aquáticos continentais (JUEN *et al.*, 2007). Na fase larval pode ser encontrada no fundo d'água ou associada às plantas aquáticas e são consideradas predadoras tanto na fase jovem (ninfa) como na fase adulta (CORBET, 1962; PETR 1968). A presença dos Hemiptera com 8 famílias neste estudo é devido a esses organismos utilizarem os bancos de macrófitas como fonte de alimentação, proteção e acasalamento. São predadores, ocupam ambientes com diferentes estados de conservação e possuem adaptações que facilitam a flutuação na coluna d'água, o que justifica sua grande abundância em ambientes lênticos (PÉREZ, 1988; MERRITT & CUMMINS, 1996).

No que se refere aos Diptera, foram registradas seis famílias, sendo Chironomidae e Ecnomidae as mais frequentes nos dois substratos. Devido à grande susceptibilidade das espécies desse grupo à poluição orgânica - por dependerem de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água para respiração - esses organismos são tidos como ótimos indicadores de boa qualidade da água, por serem os primeiros a desaparecer de um ambiente em processo de eutrofização (ABÍLIO *et al.*, 2007; CALOR, 2007). A dominância dos indivíduos tolerantes a poluição pode sugerir alterações ambientais, devido a esses organismos utilizarem da respiração atmosférica e necessitarem de menores concentrações de oxigênio dissolvido na água. Também apresentam menores requerimentos por diversidade de habitats e microhabitats (GOULART & CALLISTO, 2003).

Segundo Rosenberg e Resh (1993), tal diversidade depende da qualidade do ambiente e, quando há uma grande participação de um único grupo ou se a fauna é representada por uma ou poucas espécies, isso pode ser uma consequência do impacto causado no ambiente. O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os rios estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos. Em relação aos grupos tróficos, houve uma dominância quanto à riqueza de táxons dos predadores. A presença e dominância desses organismos

podem demonstrar as alterações sofridas pelo ambiente (SILVA, 2007; MEDEIROS, 2015).

Há diversos organismos que podem ser utilizados como indicadores biológicos por sua relevância ecológica e por apresentarem respostas previsíveis a mudanças ambientais em diferentes níveis de organização biológica (BARBOUR *et al.*, 1999). Para as avaliações de impactos ambientais, o nível de comunidades é o mais recomendado e os macroinvertebrados são os mais usados em programas de monitoramento em todo o mundo por apresentarem respostas identificáveis a impactos múltiplos ou específicos, difusos ou pontuais, podendo ser estabelecidas relações de causa-efeito entre os estresses ambientais e a composição e estrutura desta comunidade (ROSENBERG & RESH, 1993; BARBOUR *et al.*, 1999).

A disponibilidade de alimentos e o tipo de substrato contribuem para fortes flutuações tanto na riqueza taxonômica de grupos quanto na abundância e dinâmica populacional dos invertebrados bentônicos (LIMA, 2002). Ribeiro e Ueda (2006), também utilizando substrato artificial no riacho da Quinta (Itatinga-SP) registraram uma abundância de 66% de Chironomidae, nos períodos de grande e pequeno fluxo de água. Rinaldi (2007), retrata que o acúmulo de detritos fornece aos macroinvertebrados uma maior quantidade de recursos alimentares. Já Stockley *et al.* (1998) apud. Correia e TrivinoStrixino (2005), corroboram que os substratos artificiais funcionam como uma mini barreira sendo capazes de reter detritos quando presentes em quantidade suficientemente para se tornar atrativo à fauna bentônica.

Além disso, devido ao seu crescimento contínuo, as macrófitas emersas em ambientes tropicais podem reabsorver ainda mais nutrientes do que as plantas de outras regiões (ROSENBERG & RESH, 1993). No entanto, a variação do nível d'água e de salinidade são condições que podem ser importantes para reduzir a longevidade da macrófitas aquáticas emersas, pois estão associadas a localização geográfica e ao clima da região. Dentre os diversos materiais utilizados como biomassa, as macrófitas têm se destacado por sua eficiência na remoção de íons metálicos (RUBIO; SCHNEIDER, 2003), por possuir alta capacidade de absorver ou assimilar esses compostos. Apesar de diversas macrófitas terem sido testadas como biossorventes, há poucos estudos sobre a aplicação da *E. densa*, considerada a principal planta daninha em diversas partes do mundo (BINI; THOMAZ, 2005).

Análises de parâmetros abióticos e sua relação com a biota são importantes para a compreensão de variáveis que atuam em conjunto nos ambientes aquáticos, como a dinâmica das características químicas, físicas e biológicas da água (THOMAZ, 2005). Os ambientes lênticos em geral, tendem a apresentar menor concentração de oxigênio dissolvido na zona profunda e baixa heterogeneidade de substratos quando comparados aos ambientes lóticos, o que sustenta menor diversidade de espécies bentônicas (HAMADA et al., 2012). Segundo Guereshi (2004), o oxigênio dissolvido é considerado uma das variáveis ambientais imprescindíveis no ecossistema aquático porque pode determinar a duração do ciclo de vida de insetos e muitos outros animais nesse ambiente, enquanto que Monkolski et al. (2006) relatam que alguns organismos apresentam adaptações morfofisiológicas que permitem a sobrevivência em ambientes hostis.

A temperatura d'água pode influenciar na produtividade das macrófitas aquáticas, bem como, no controle das reações químicas e dos processos biológicos (CARR et al., 1997). Autores como Lima (2002) e Guereshi (2004) afirmam que a temperatura da água é uma variável de grande importância, pois estes influenciam, direta ou indiretamente, as propriedades físicas e químicas em toda a coluna d'água, desempenhando um importante papel na duração do ciclo de vida dos animais bentônicos. Martins e Pitelli (2005) destacaram que o aumento da condutividade elétrica, decorre da liberação de nutrientes durante o processo de decomposição das plantas. Valores elevados da condutividade elétrica, dureza total e da alcalinidade, afetaram de forma negativa a colonização e a abundância de insetos aquáticos (ABÍLIO, 2005).

A pluviosidade pode alterar a composição das comunidades aquáticas, pois regula os níveis da zona litoral e do aporte de nutrientes (ESTEVES, 2011). O pH da água, segundo Esteves (1998), deve permanecer entre 6 e 9 para manter-se a homeostase da vida aquática. A partir da análise dos dados abióticos observa-se que o pH permaneceu dentro deste intervalo. Freitas (1998) e Anjos & Takeda (2005) constaram em experimentos semelhantes, que variações ambientais de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura têm pouca influência no processo de colonização em comparação a outros fatores, como por exemplo, a abundância dos organismos nos habitats vizinhos e velocidade da correnteza (HYNES, 1970; ALLAN, 1995).

Para o Índice de Biodiversidade de Margalef são considerados valores inferiores a 2,0 como denotando áreas de baixa diversidade (em geral em resultado de efeitos antropogênicos) e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande

biodiversidade. Em ambos os substratos, o presente estudo apresentou valores medianos em alguns pontos de coleta e em outros pontos valores muito acima de 5,0, indicando uma alta biodiversidade de espécies. Para o Índice de Dominância de Simpson uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado varia de zero a um, sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. O índice apresentou valores muito próximos a um para cada ponto e mês de coleta, indicando uma dominância e diversidade de espécies significativa. O Índice de Diversidade de Shannon demonstrou a presença de espécies raras e abundantes expressando riqueza e uniformidade na maioria dos pontos.

O índice BMWP classificou a água do açude como razoável ou aceitável (Classe III), como duvidosa (IV) e poluída (V) possivelmente por atividades antrópicas características da região, levando em consideração a retirada de água para abastecimento residencial e para a criação de gado localizada próximo a região de coleta e também pela estação de coleta ser alvo de área de lazer para os moradores da região, além de atividades pesqueiras.

A utilização do substrato artificial é um artifício viável, fácil de confeccionar, manusear, além de ser barato e não poluir o meio ambiente. São materiais muito utilizados no biomonitoramento da qualidade da água com foco no estudo da entomofauna aquática. Portanto, o substrato demonstrou eficiência a partir do número de insetos amostrados em substituição às macrófitas aquáticas quando ausentes, além de obter valores de alta diversidade e abundância de espécies.

6. CONCLUSÕES

- O estudo da entomofauna aquática e o uso como biomonitoramento da qualidade da água do açude Cachoeira II é uma importante ferramenta na recuperação da área degradada ou para manter o ecossistema aquático saudável e desenvolver medidas cada vez mais eficientes para o monitoramento desses corpos aquáticos.

- A diversidade e riqueza de insetos predadores não depende da matéria orgânica presente nos ambientes aquáticos, mas da presença de outros macroinvertebrados aquáticos que venham a servir de alimento, indicando também uma alteração no meio ambiente, possivelmente causadas por atividades antrópicas.

-Os insetos presentes nesse estudo, como as ordens Coleoptera, Odonata e Diptera são os principais bioindicadores da boa qualidade da água. Esses organismos são tolerantes a baixos níveis de oxigênio dissolvido e apresentam alta capacidade de competição, o que pode explicar a presença desses organismos nesse estudo, porém são bastantes exigentes em termos de qualidade da água, por isso são indicados como os principais bioindicadores.

- A composição, diversidade, riqueza e abundância da entomofauna aquática no açude Cachoeira II variou com a presença e a ausência das macrófitas. Observou-se que os substratos artificiais foram mais colonizados pela entomofauna aquática na ausência das macrófitas naturais, o que os tornam ferramentas promissoras para o biomonitoramento do açude Cachoeira II, auxiliando na avaliação do comportamento sazonal da entomofauna aquática.

- A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a colonização por substratos artificiais demonstrou uma rica diversidade de táxons, demonstrando sua eficiência como instrumento de biomonitoramento da qualidade da água, além de indicar o substrato artificial do tratamento três como o mais eficiente na colonização de insetos aquáticos por apresentar uma área maior de colonização e um número maior de indivíduos.

7. AGRADECIMENTOS

Ao professor André Laurênio de Melo pela identificação das macrófitas aquáticas, a Aline Magalhães pela ajuda nas coletas, a Unidade Acadêmica de Serra Talhada, ao Núcleo de Ecologia de Artrópodes e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PIBIC/UFRPE).

8. BIBLIOGRAFIA

ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simple para evaluar La calidade biológica de lãs águas corrientes basado em El Hellowell (1978). *Limnética*, 1988. v. 4, 51-56 p.

ALLAN, J. D. Stream ecology: structure and function of running waters. London: *Chapman & Hall*, 1995.

ANJOS, A. F.; TAKEDA, A. M. Colonização de Chironomidae (Díptera: Insecta) em diferentes tipos de substratos artificiais. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 2005. v.2, 147-151 p.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2 ed. *Environmental Protection Agency*. Washington, DC.: U.S, 1999.

BARBIERI, E.; PHAN, V. N.; GOMES, V. Efeito do DSS, Dodecil Sulfato de Sódio, no metabolismo e na capacidade de natação de *Cyprinus carpio*. *Revista Brasileira de Biologia*, 1998. 263-271 p.

BEGON, M.; TOWSEND, C. R.; HARPER, J. L. Fundamentos em Ecologia. 3 ed. Porto Alegre: *Artmed*, 2010.

BEISEL, J. N. USSEGLIO-POLATERA, P., THOMAS, S.; MORETEAU, J. C. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. *Hydrobiologia*, 1998. 73-88 p.

BINI, L. M.; THOMAZ, S. M. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu reservoir, Brasil-Paraguay). *Aquatic Botany*, 2005. v. 83, n. 3. 227-238 p.

BROWER, J. H; ZARR, L. The natural occurrence of the egg parasite, *Trichogramma*, on almond moth eggs in peanut storages in Georgia. *Journal of the Georgia Entomology Society*, 1984. n.19. 285-290 p.

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

CALOR, A. R. Trichoptera. In: Guia *on-line* de Identificação de larvas de Insetos, 2007.

CARMO, M. A. M.; LACERDA L. D. Limnologia de um brejo entre dunas em Maricá, RJ. In: Restingas: origens, estruturas, processos (L. D. Lacerda, D. S. D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turcq, orgs.). CEUFF-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1984. 453-458 p.

CARR, G. M.; DUTHIE, H. C.; TAYLOR, W. D. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. *Aquatic Botany*, Amsterdam, 1997. v. 59, n. 3, 195-215 p.

CONAMA. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: out. 2019.

CORBET, P.S. A Biology of dragonflies. London, Witherby, 1962. 247p.

CORREIA, L. C.S. & TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (diptera) em Substratos Artificiais num pequeno Reservatório: Represa do Monjolinho, São Carlos, São Paulo, Brasil. *Entomolia e Vectores*, 2005. n.12, v.2. 265-274 p.

CUMMINS, K.W. Trophic relations of aquatic insects. – *Ann. Rev. Entomol.*, 1973. n.18. 183–206 p.

DE MARCO, JR P.; LATINI, A.O. Estrutura de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata). In *Ecologia de Insetos Aquáticos* (J.L. Nessimian & A.L. Carvalho, eds.). Séries Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998. v.5, 101-112 p.

ESTEVES, F. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: *Interciência*, 1998. 130 p.

ESTEVES, F. A. Biomass and analysis of the major inorganic components of floating aquatic macrophytes *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in six reservoirs of São Paulo State, Brazil. *Ciência da Cultura*, 1982. v. 34, 1197-1200 p.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: *Interciência*, 2011.

FERREIRA, C. W. S., LIMA, C. S., CAVALCANTI, L. C. S., SANTOS, A. H. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Saco I, no município de Serra Talhada - PE, Brasil. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010.

FREITAS, C. E. C. A colonização de substratos artificiais por macroinvertebrados bênticos em áreas de cachoeira da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 1998. n. 58, v.1. 115-120 p.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, L. A. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *Journal Aquatic Ecosystem Health and Management*, Philadelphia, 2000. v. 3, 545-552 p.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011. 90 p.

GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). *Acta Biologica Paranense*, 2004. n.33, v. (1,2,3,4). 181-191 p.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2003. Ano 2, n. 1.

GLOWACKA, I., SOSZKA, G. J.; SOSZKA, H. Invertebrates associated with Macrophytes. In Selected problems of lake littoral ecology (E. Pieczynska ed.). Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawskiego, Warszawa, 1976. 97-122 p.

GUERESCHI, R.N. Macroinvertebrados Bentônicos em córregos da estação ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP: subsídios para Monitoramento Ambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos – SP, 82p. 2004.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: *Editora do INPA*, 2012. 724 p.

HYNES, N. The Ecology of Running Waters. 1. ed. Ontario: *The blackburn press*, 1970. 555 p.

JUEN, L.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B. SHIMANO, Y.; MENDES, T. P.; CABETTE, H. S. R. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazônica*, 2007. n. 44, v.2. 175 – 184 p.

JUNQUEIRA, V.M.; CAMPOS, S.C.M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnológica Brasileira*, 1998. v. 10, n. 2, 125 p.

KALLER, M. D.; HARTMAN, K. J. Evidence of a threshold level of ine sediment accumulation for altering benthic macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia*, Brussels, 2004. v. 5, n.18, 95-104 p.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. 1998. 157-173 p.

LIMA, J.B. Impactos das Atividades Antrópicas sobre a Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos do rio Cuiabá no Perímetro Urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande – MT. Tese de doutorado em Ciências da área Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 2002. 143 p.

LIMA, N. G. A. Colonização de insetos aquáticos em substratos artificiais simples e complexos num córrego de Cerrado, Anápolis GO. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. 2008.

MARTINS, A. T; PITELLI, R. A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. *Planta Daninha*, Viçosa, 2005. v. n. 2, 233-242 p.

MARGALEF, R. Limnologia. Ed. *Omega. Barcelona*, 1983. 1010 p.

MEDEIROS, K. P. C. Relação de Grupos Funcionais Alimentares da Comunidade de Insetos Aquáticos com Fatores Ambientais. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina. 2015.

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. Na introduction to the aquatic insects of North America. 2a. ed. Kendall/Hunt Pub. Co. Dubuque, USA, 1984. 772p.

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Kendall/ Hunt., 1996.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 1989. v. 60, 101-139 p.

MONKOLSKI, A., HIGUTI, J., VIEIRA, L.A., MORMUL, R.P. e PRESSINATE-JUNIOR, S. *Invertebrados bentônicos como indicadores de qualidade da água do rio Papagaios – Campo Mourão-PR*. SaBios: *Revista Saúde e Biologia*, 2006. v.1, n.1. 4-14p.

MORENO, P. E M. CALLISTO. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 2006. v. 560, 311-321 p.

ODUM, E. P. Fundamentos de ecologia. Guanabara. Rio de Janeiro, Brasil, 1988.

OLIVEIRA, G.S. Avaliação da qualidade da água do rio São Lourenço Matão – SP através das análises das variáveis físicas e químicas da água e dos macroinvertebrados bentônicos. Araraquara-SP. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário de Araraquara. 2005. 102p.

DE OLIVEIRA, W. C. F. Determinação de risco ambiental na drenagem fluvial da bacia do rio Verde -PR- através do uso de sistemas de informação geográfica. 2010, 184 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2010.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1997. n.14. 867-876 p.

PEREZ, G. R. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. *Fen Colombia Colciencias*, 1988.

PETR, T. Population changes in aquatic invertebrates living on two plants in a tropical man-made lake. *Hydrobiologia*, 1968. n.31. 449-485 p.

PIEDRAS, S.R.N.; BAGER, A.; MORAES, P.R.R.; ISOLDI, L.A.; FERREIRA, O.G.L.; HEEMANN, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, 2006. n.36 v.2. 494-500 p.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2006. v. 22, n. 3, 613 – 618 p.

RINALDI, S.A. Uso de macroinvertebrados Bentônicos na Avaliação do Impacto Antropogênico às margens do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo-SP. Dissertação de Mestrado em Ecologia pelo Instituto Biociência/USP, São Paulo-SP, 70f. 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E.V.; LEAL, A.C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E.V; RODRIGUEZ, J, M,M; MEIRELES, A.J.A. Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas (Tomo 1) “Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas”. Edições UFC, 2011.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York, 1993. 488 p.

RUBIO, J.; SCHNEIDER, I.A.H. Plantas Aquáticas: Adsorventes Naturais para a Melhoria da Qualidade das Águas. In: XIX Prêmio Jovem Cientista – Água: Fonte de Vida, 2003.

SANTOS, M.B.L., ROCHA, L.A., MARQUES, M.M.G.S.M. & BARBOSA F.A.R. Diversidade e abundância da fauna bentônica de cinco lagoas do karste do planalto de Lagoa Santa, Minas Gerais. In *Ecologia de Insetos Aquáticos* (J.L. Nessimian & A.L. Carvalho, eds). Séries Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998. v.5, 77-89 p.

SEGURA, M.O; VALENTE-NETO, F; FONSECA-GESSNER, A.A. Chave de famílias de Coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 2012. v.11, n.1.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. Uso de coletores com substrato artificial para monitoramento biológico de qualidade de água. Comunicado técnico, Embrapa, Jaguariuna, São Paulo, 2006.

SILVA, R.M.L. Ephemeroptera: ordem Ephemeroptera (Arthropoda: Insecta). In: FROELICH, C.G. (Org.). Guia *on-line*: identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo. [São Paulo: s.n.], 2007. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/guia_Ephemeroptera.pdf>. Acesso em: outubro de 2019.

SONODA, K.C. Chironomidae (Diptera) da fitofauna de *Cabomba piauhyensis* Gardney, 1844. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999. 60 p.

SOUZA, N. F. Utilização de insetos aquáticos como indicadores da qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Almada-Bahia. Ilhéus, BA: UESC, 2013. xv, 79f. : il

SOUZA, A. H. F. F.; ABÍLIO, F. J. P.; RIBEIRO, L. L. Colonização e Sucessão Ecológica do Zoobentos em Substratos Artificiais no Açude Jatobá I, Patos – PB, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 2008. v.8, n. 2.

THOMAZ, S. M.; RIBEIRO DA CUNHA, E. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2010. v. 22, 218-236 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttall. *Revista brasileira de biologia*, 1993. n.53. 103-111 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. São Paulo: *Oficina de textos*, 2008. 631 p.

VUORI, K-M; JOENSUU, I. Impact of forest drainage on the macroinvertebrates of a small boreal headwater stream: do buffer zones protect lotic biodiversity? *Biological Conservation*, Boston, 1996. v. 77, 87-95 p.

WARD, J. V. Aquatic Insect Ecology, John Wiley & Sons, Inc., 1992. 424 p.