

UFRRJ

INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

Taxocenose de imaturos de Diptera (Insecta)
associados à macrófitas aquáticas em uma lagoa
costeira: uma abordagem espaço-temporal

Bruno do Nascimento Soares

Seropédica, RJ

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

Taxocenose de imaturos de Diptera (Insecta) associados à macrófitas aquáticas em uma lagoa costeira: uma abordagem espaço-temporal

Bruno do Nascimento Soares

Sob orientação do Professor
Dr. Jayme M. Santangelo

e Co-orientação do Professor
Dr. Marcos Paulo Figueiredo de Barros

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-graduação em Biologia Animal.

Seropédica, RJ

2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS676t Soares, Bruno do Nascimento, 14/02/1990-
Taxocenose de imaturos de Diptera (Insecta)
associados à macrófitas aquáticas em uma lagoa
costeira: uma abordagem espaço-temporal / Bruno do
Nascimento Soares. - 2019.
45 f.

Orientador: Jayme Magalhães Santangelo.
Coorientador: Marcos Paulo Figueiredo De Barros.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOLOGIA ANIMAL, 2019.

1. Chironomidae. 2. Imboassica. 3. Macrófita. 4.
Eichhornia crassipes. I. Santangelo, Jayme Magalhães,
27/07/1981-, orient. II. De Barros, Marcos Paulo
Figueiredo, -, coorient. III Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOLOGIA ANIMAL. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

BRUNO DO NASCIMENTO SOARES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-graduação em Biologia Animal, área de concentração em Biodiversidade Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/02/2019.

Prof. Jayme Magalhães Santangelo. Ph.D. (UFRRJ)
(Orientador)

Prof. Albert Luiz Suhett. Ph.D. (UFRRJ)

Prof. Ronaldo Figueiró Portella Pereira. Ph.D. (UEZO)

Prof. Jarbas Marçal de Queiroz. Ph.D. (UFRRJ)
(Suplente)

RESUMO

As macrófitas aquáticas tendem a proliferar nos ecossistemas aquáticos com condições favoráveis. Nesse cenário, as macrófitas ocupam grande parte da superfície e até mesmo da coluna d'água, desempenhando um importante papel ecológico na estruturação e distribuição das comunidades que as habitam. Além disso, as macrófitas são especialmente sensíveis aos impactos antrópicos, proporcionando consequências na vida do Homem. Por esta razão, o objetivo deste trabalho foi determinar a composição, riqueza e abundância das larvas de diptera associados às raízes de macrófitas flutuantes (*Eichhornia crassipes*), em uma abordagem espaço-temporal na Lagoa de Imboassica, localizada no município de Macaé, RJ. As coletas foram realizadas em seis pontos com a presença de bancos fixos de *E. crassipes*, nos períodos de agosto (inverno) e dezembro (verão) de 2015. Os organismos foram coletados através do método de varredura, utilizando uma rede do tipo "D" seguido de uma concha entomológica nas macrófitas. Além disso, foram coletadas amostras de sedimento sob as macrófitas, utilizando o coletor tipo kajak para cada ponto. A caracterização dos pontos foi realizada através da classificação granulométrica e compostos orgânicos do sedimento, junto às variáveis limnológicas Nitrogênio total, Carbono Orgânico dissolvido, Fósforo total, Ortofosfato, Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Oxigênio dissolvido, Turbidez, Sólidos totais em suspensão e Concentração de Clorofila A. As variáveis abióticas foram relacionadas aos pontos de amostragem em diferentes períodos através de uma Análise de componentes principais (ACP), a densidade total de indivíduos foi comparada entre as estações do ano com um Teste T para amostras pareadas e a riqueza de espécies foi comparada através de curvas de rarefação. Os dados de composição e densidade da assembleia de Chironomídeos foram avaliados com uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA), seguida da NMDS para determinar a similaridade dos diferentes pontos amostrais entre as estações. Por fim, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), descrevendo as variáveis ambientais que melhor explicam os padrões de distribuição espaço-temporal da assembleia de chironomídeos. No total foram coletados 1.539 espécimes associados à raiz de *E. crassipes*, sendo 1.292 durante o inverno e 247 no verão, sendo os táxons *Goeldichironomus*, *Chironomus*, *Culicoide*, e *Polypedium* os mais abundantes. Não foi registrada a ocorrência de espécies vetoras de doenças com importância entomoepidemiológica. Não houve diferenças na abundância de larvas entre o inverno e o verão. No entanto, uma maior riqueza de espécies foi observada no período do verão. Uma análise de variância permutacional não apontou diferenças na estrutura das comunidades observadas no inverno e no verão. Finalmente, foi observada uma correlação positiva dos táxons mais abundantes com os pontos amostrais que apresentaram uma menor temperatura, e altas concentrações de oxigênio dissolvido, sólidos totais em suspensão e clorofila A. Apenas o táxon *Chironomus* apresentou uma correlação com menores valores de oxigênio. Com isso, pode-se concluir que bancos da macrófita *E. crassipes* constituem abrigos potenciais para elevadas densidades de larvas de chironomídeos, os quais apresentam tolerância aos ambientes eutrofizados como a lagoa Imboassica.

Palavras chave: Chironomidae, Imboassica, Macrófita, *Eichhornia crassipes*

ABSTRACT

Aquatic macrophytes usually proliferate in aquatic ecosystems with favorable conditions. Under such scenario, macrophytes may occupy great areas of the water surface and water column of lentic systems, playing an important ecological role in the structure and distribution of animal communities that inhabit there. In addition, macrophytes are sensitive to human activities. For this reason, the aim of this study was to determine the composition, species richness and abundance of diptera associated to the roots of floating macrophytes (*Eichhornia crassipes*), in spatio-temporal approach at Imboassica lagoon, located in Macaé city, RJ. Sampling was performed in six points with permanent stands of *E. crassipes* in August (winter) and December (summer), 2015. Chironomid larvae were collected through the sweeping method, using a "D" type net followed by an entomological scoop. Additionally, sediment samples were collected under the stands, sampling stations were also sampled for granulometric composition and content of organic matter in the sediment in addition to total nitrogen, dissolved organic carbon, total phosphorus, orthophosphates, temperature, pH, electric conductivity, dissolved oxygen, turbidity, total solids in suspension and chlorophyll a content. Abiotic variables were used to group sampling stations in winter and summer with Principal Component Analysis (PCA). The abundance of chironomids was compared between seasons with Paired sample t-tests and species richness was compared with rarefaction curves. Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) was used to compare species composition. Finally, Analysis of Canonical Correspondence (ACC) was performed to describe which environmental variables best explained the patterns of species distribution. By the end of the study 1.539 specimens associated to the root of *E. crassipes* were collected (1.292 in winter and 247 in summer). *Goeldichironomus*, *Chironomus*, *Culicoides* and *Polypedium* were the most abundant taxa. Disease vector species were not registered. No difference in abundance was detected between winter and summer. However, more species were observed in summer. Species composition did not differ between winter and summer. Finally, a positive correlation of the most abundant taxa was observed with lower temperature, and high concentrations of dissolved oxygen, total solids in suspension and chlorophyll a content. Only *Chironomus* displayed a positive correlation with smaller values of dissolved oxygen. Permanent stands of the macrophytes *E. crassipes* harbor high densities of chironomid larvae, which present high tolerance to eutrophic systems such as Imboassica lagoon.

Keyword: Chironomidae, Imboassica lagoon, aquatic macrophytes, *Eichhornia crassipes*

Sumário

1. Introdução	8
2. Material e Método	11
2.1 Área de Estudo	11
2.2 - Periodicidade e caracterização ambiental	13
2.3 - Coletas e identificação do material biótico.....	15
2.4 Análises de dados.....	16
3 - Resultados	18
3.1 Variáveis Abióticas	18
3.1.1 Características do sedimento	20
3.2 Dados Bióticos	23
4.Discussão	29
5. Conclusão	32
6. Referência Bibliografia	33

1. Introdução

As macrófitas aquáticas desempenham um indispensável papel no equilíbrio dos ecossistemas, proporcionando uma ligação entre o sistema aquático e o ambiente terrestre que o circunda. Entre os importantes papéis desempenhados pelas macrófitas pode-se destacar a sua atuação na produção primária, na absorção e liberação de nutrientes na água, sombreamento, aumento da complexidade de habitat e local de desenvolvimento de diferentes organismos (WETZEL, 1993; ESTEVES, 1998; TRINDADE, 2010; SHELEF; GROSS; RACHMILEVITCH, 2013). Especialmente as raízes de macrófitas flutuantes servem de substrato para a deposição de ovos de diversos animais.

Estes vegetais são preferencialmente classificados quanto ao seu biótopo, demonstrando o grau de adaptação ao meio aquático. Os principais grupos ecológicos ou tipos biológicos de macrófitas são I) emersas, II) flutuantes, III) submersas enraizadas, IV) submersas livres e V) flutuantes livres. Normalmente, as macrófitas emersas e as flutuantes, exemplificadas respectivamente por *Typha domingensis* e *Eichhornia* spp., são as mais abundantemente encontradas em ecossistemas aquáticos impactados pela ação antrópica com o enriquecimento do ecossistema por excesso de nutrientes. Essas plantas apresentam enorme potencial de reprodução vegetativa, podendo aumentar sua área de cobertura em 15% ao dia, dobrando-a a cada seis ou sete dias sob condições ótimas (HOYER et al., 1996). Estas macrófitas, em alguns casos, são indesejadas devido ao seu comportamento invasor e por ser de rápido crescimento (LORENZI, 1991; KOSTECKE et al., 2005), colonizando principalmente áreas marginais e entradas de canais interligados aos sistemas aquáticos, onde frequentemente há grandes concentrações de nutrientes na água, especialmente nitrogênio e fósforo (CAMARGO et al., 2003; SMITH E SCHINDLER, 2009). Essas características vão ao encontro da hipótese da heterogeneidade ambiental, considerando que ambientes mais heterogêneos disponibilizam mais recursos, o que acarreta em maior número de nichos ecológicos, suportando maior diversidade de espécies do que ambientes mais homogêneos (BAZZAZ, 1975; TOWNSEND, 2006; THOMAZ et al., 2008).

A presença de uma espécie em números elevados significa que suas necessidades físicas, químicas e nutricionais estão sendo supridas, na maioria das vezes

em consequência de um desequilíbrio ecológico. Assim, os organismos refletem a qualidade do ambiente, indicando efeitos específicos ou combinados dos diferentes fatores ambientais, sendo particularmente vantajosos por registrarem continuamente as condições ambientais (JOHNSON, WIEDERHOLM & ROSENBERG, 1993). Um grupo amplamente estudado na atualidade, com amplo potencial bioindicador, é composto por macroinvertebrados. Esses organismos compõem o grupo de animais aquáticos de pequenas dimensões, sendo maiores do que 1,0 mm de comprimento, podendo ser visualizados a olho nu (EATOM, 2003). Durante pelo menos uma parte do seu ciclo de vida, os macroinvertebrados estão associados aos mais diversos tipos de substratos dos ecossistemas aquáticos, tanto orgânicos (folhiço ou macrófitas aquáticas) quanto inorgânicos (cascalho, areia ou rochas). Além disso, os macroinvertebrados situam-se em uma posição intermediária na cadeia alimentar, tendo como principal alimentação algas, microorganismos, pequenos invertebrados e detritos (RESH & JACKSON, 1993; SILVEIRA, 2004). Os principais representantes de macroinvertebrados encontrados em ecossistemas aquáticos de água doce são platelmintos, nematóides, anelídeos, hirudíneos, moluscos, crustáceos, ácaros e insetos, sendo caracterizados como coletores, raspadores, predadores e herbívoros, constituindo parte desta comunidade (TRIVINHOSTRIXINO & STRIXINO, 1993; SONODA 1999, PEIRÓ & ALVES, 2004).

A presença de grandes corpos d'água cobertos por macrófitas e a estagnação da água em canais adjacentes proporcionam um ambiente favorável à proliferação de mosquitos, especialmente em regiões quentes, gerando pragas incômodas e até mesmo vetores de doenças para as comunidades humanas vizinhas (KENGNE *et al.*, 2003). Algumas espécies de mosquito da família Culicidae, popularmente conhecidos como pernilongos ou muriçocas, são de grande importância epidemiológica por serem considerados potenciais vetores de diferentes doenças. Os gêneros mais importantes para a saúde pública são *Aedes*, *Anopheles* e *Culex*, que incluem espécies que atuam como hospedeiras para agentes etiológicos de diversas patologias, dentre as quais destacam-se a dengue, zika, chikungunya, malária, febre amarela, filarioses e outras arboviroses (FORATTINI, 1965; CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Soma-se a isso o fato do desconforto causado pela hematofagia, podendo provocar reações alérgicas, além de todo transtorno e irritabilidade ao homem. Outras espécies não hematófagas ou vetoras de doenças podem gerar grande incômodo à população humana devido ao seu hábito reprodutivo que inclui a prática de densas revoadas,

quando diversos indivíduos emergem e deixam o ambiente aquático simultaneamente. Esse é o caso de algumas espécies da família Chironomidae, um dos principais componentes da macrofauna bentônica presente no sedimento e nas vegetações dos sistemas aquáticos continentais (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1998). As revoadas são intensificadas em ambientes onde a proliferação desses organismos é favorecida, como é o caso de lagoas impactadas por atividades antrópicas, principalmente as que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido na água. Esse cenário é comumente observado em sistemas receptores de efluentes domésticos não-tratados, ricos em matéria orgânica e nutrientes.

Em 2009 foi observada uma revoada de quironomídeos com proporções elevadas no entorno de uma lagoa costeira urbanizada na região norte-fluminense, fato que ganhou repercussão no jornal local (Jornal o Rebate). O conhecimento da ecologia desses organismos permitiu inferir que as densas florações de algas e a concomitante mortalidade de peixes observada poucas semanas antes, ambos relacionados com o processo de eutrofização da lagoa, estiveram diretamente relacionados à ocorrência deste evento, uma vez que a ausência de um predador proporciona um acelerado crescimento da população dos organismos que são denominados como sua potencial presa.

O crescimento acelerado de grandes cidades no Brasil não foi seguido de investimentos públicos suficientes de infraestrutura e saneamento básico, o que proporcionou processos de degradação ambiental em diferentes intensidades (BORELLI, 2007; RESSIGUIER, 2011). As atividades humanas poluem a água deliberadamente em velocidade e intensidade cada vez maiores, sendo a eutrofização uma séria ameaça aos organismos aquáticos e à saúde da população humana. Em muitas cidades os corpos aquáticos representam um destino natural de parte dos detritos das sociedades humanas.

Em lagoas costeiras, uma importante fonte de poluição são os despejos líquidos e sólidos provenientes de conglomerados humanos e de regiões industrializadas (MOTÉ, 2004), fazendo com que muitas lagoas sejam usadas basicamente como receptoras de lixo e terminais de esgotos.

A Região Norte Fluminense tem passado por diversas transformações econômicas, sociais e ambientais desde a descoberta do petróleo na Bacia de Campos no meado da década de 70. O município de Macaé, pertencente a essa região, se constituiu como a grande sede da indústria petrolífera por hospedar diversas empresas multinacionais inseridas na cadeia produtiva do petróleo. Sendo assim, Macaé tornou-se

conhecida como a “Capital Nacional do Petróleo”, passando a ser vislumbrada como um local de muitas oportunidades de emprego, atraindo milhares de pessoas em busca de ofertas de trabalho e ascensão social nos anos subsequentes à descoberta supracitada. Como consequência, a região norte fluminense apresentou um crescimento demográfico bastante acelerado nas últimas quatro décadas. Esse cenário, associado à ausência de medidas de tratamento de efluentes, vem modificando diversos ecossistemas aquáticos da região. De acordo com análise feita por SILVA, 2011, com dados extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em seu último censo demográfico realizado em 2010 e da Empresa Pública Municipal de Saneamento (ESANE), Macaé possui mais de duzentos mil habitantes. No entanto, mais de 80% do esgoto doméstico do município não é tratado, sendo despejados em canais ou rios que desembocam no mar e em lagoas.

Em função do exposto acima, o presente trabalho tem como objetivo determinar a variação espacial e temporal da composição, riqueza e abundância de larvas de chironomídeos associadas às raízes de uma macrófita aquática flutuante (*Eichhornia crassipes*) em uma lagoa costeira e em seus canais adjacentes no município de Macaé. Foi avaliada também a relação de algumas variáveis ambientais com a assembleia desses indivíduos.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A Lagoa Imboassica, localizada no município de Macaé (RJ) (22° 30 S e 42° 00 W), é uma lagoa costeira situada no perímetro urbano da cidade, com empreendimentos imobiliários e empresas do ramo *offshore* no seu entorno. A lagoa está separada do mar por uma faixa arenosa com cerca de 50m de largura (Figura 1). É considerado um ecossistema raso, com profundidade média de 1,09 m e máxima de 2,0 m, contendo uma área de 3,26 km² (PANOSSO et al.,1998). A Bacia Hidrográfica da lagoa possui aproximadamente 58 Km² e abrange os municípios de Macaé e Rio das Ostras, sendo o seu principal curso d'água o rio Imboassica, que nasce no complexo Serra do Mar (Frota & Caramaschi, 1998) e desemboca à montante da lagoa.

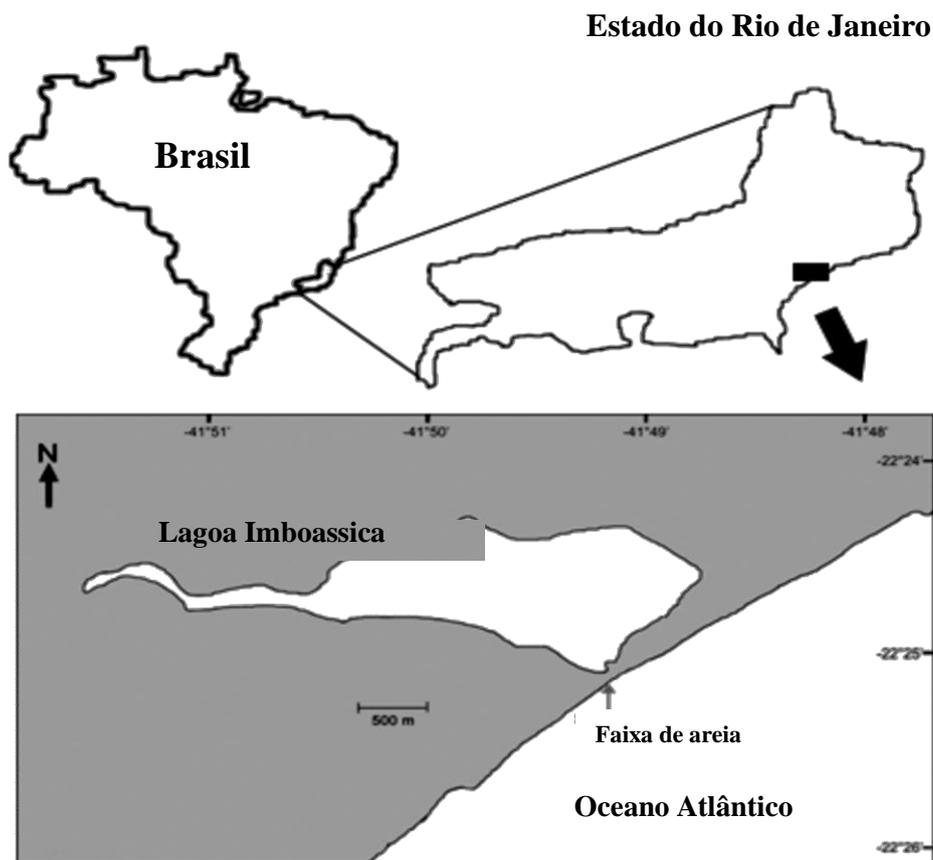


Figura 1: Localização geográfica da lagoa Imboassica no território brasileiro e a faixa de areia que a separa do mar.

De acordo com a classificação de Köpper, a região é caracterizada pelo clima Tropical Úmido (Ao), com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco. Segundo Calvacante (2010), com fontes históricas do Instituto Nacional de Meteorologia/INMET, dos anos de 1961-1990, a região de Macaé apresenta uma precipitação máxima de 181,6 mm em dezembro, contra um mínimo de 38,2 mm em agosto, e um total de 1.177,6 mm ao ano. A variação mensal do número de dias de chuva acompanha a variação da precipitação total, o que significa dizer que a região está sujeita a um máximo médio de 14 dias de chuva, nos meses de dezembro, e a um mínimo médio de 6 dias, nos meses de agosto.

A lagoa Imboassica é um dos mais importantes ecossistemas de Macaé, sendo considerado um patrimônio histórico, cultural, econômico e ambiental do município. No entanto, embora possua grande importância ecológica e socioeconômica, a lagoa é um exemplo de ecossistema costeiro que tem sido submetido a diferentes formas de impactos antrópicos devido ao crescimento desordenado do município. Entre essas

alterações destacam-se: I) a redução do espelho d'água, resultante do aterramento para construções de condomínios residenciais; II) o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento por canais interligados a lagoa e III) aberturas artificiais da barra de areia que interligam a lagoa ao mar de forma recorrente (SUZUKI et al., 1998; ALBERTONI et al., 2001; MAROTTA et al., 2008). Segundo ESTEVES, 2011, a lagoa Imboassica apresenta grande avanço dos indicadores de eutrofização, proveniente do despejo de esgoto “*in natura*” aliado à ausência de uma estação de tratamento operante. As aberturas artificiais da barra de areia visam a melhoria da qualidade da água através da exportação de nutrientes para o oceano (SANTANGELO et al., 2007), amenizando os problemas causados pela eutrofização. As aberturas atuam ainda na redução da intensidade das inundações nos bairros do seu entorno (MACEDO-SOARES et al., 2007).

A lagoa tem apresentado um aumento acentuado na colonização de macrófitas aquáticas, havendo o predomínio da espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach 1883 (regionalmente conhecidas como Aguapé ou Gigoga), a qual se caracteriza por ser flutuante de vida livre, nativa da América do Sul e pertencente à família Pontederidaceae (HOLM & YEO, 1980).

2.2 - Periodicidade e caracterização ambiental

Antes da amostragem, foi feita uma avaliação prévia da lagoa para identificar os canais adjacentes com aporte de esgoto interligado a ela. Além disso, foram usados dados provenientes do monitoramento realizado pelo Laboratório de Ecologia Aquática do NUPEM/UFRJ (Macaé) para a determinação dos pontos de coleta.

Foram estabelecidos seis pontos amostrais, sendo cinco deles localizados junto aos canais de esgoto e próximos ao perímetro urbano (pontos 1 a 5) (figura 2). O último ponto (ponto 6) foi estabelecido em um ponto mais distante da área de despejo de esgoto e das residências, sendo influenciado pela proximidade do canal "Extravasor", o qual pode apresentar ligação com o mar nos períodos de maior profundidade (Figura 2). O canal extravasor permite que a água da lagoa escoe para o mar em períodos de maior profundidade sem permitir a entrada de água do mar. Todos os locais foram georreferenciados usando um aparelho GPS Garmim modelo ETREX LEGEND (Tabela 1). Cada região apresentava bancos fixos da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, nos quais foram amostrados a fauna associada à raiz, ao sedimento e à coluna d'água.

A espécie *Eichhornia crassipes*, popularmente conhecida como aguapé, é uma macrófita representada de forma perene, fixa ou flutuante, com caule estolonífero, curto, e com raízes numerosas, pendentes e plumosas, dependendo das condições do ecossistema, a qual se reproduz sexuadamente por sementes, e de forma assexuada por estolões (MARTINS, *et al.*, 2009). Apesar de se destacar por ser caracterizada como uma agressiva planta daninha, amplamente distribuída em reservatórios e lagos de regiões tropicais e subtropicais, esta macrófita possui grande capacidade de retenção de nutrientes e metais, podendo ser usada como fitorremediadora (POTT e POTT, 2000; PALMA-SILVA, *et al.*, 2012).



estíagem) e Dezembro/2015 (período chuvoso), buscando representar as variações durante o inverno (Pontos referenciados com a letra I) e o verão (pontos referenciados com a letra V).

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta com sua principais influências.

Ponto	Coordenadas	Influência
P1	22°24'30.11" S, 41°48'49.38" W	Canal
P2	22°24'20.36" S, 41°49'32.22" W	Canal
P3	22°24'20.36" S, 41°49'32.22" W	Canal
P4	22°24'33.44" S, 41°50'59.14" W	Canal
P5	22°24'37.80" S, 41°51'21.07" W	Rio Imboassica + Canal
P6	22°24'45.72" S, 41°49'53.37" W	Canal Extravasor

Fonte: Do Autor

Em cada ponto amostral foram registradas algumas variáveis limnológicas no interior do banco de macrófitas, as quais podem potencialmente explicar a estrutura da comunidade de chironomídeos. Em campo foram mensuradas a temperatura da água, a condutividade (Termosalinômetro Cole-Palmer modelo 8402-10) e a concentração e saturação de oxigênio dissolvido na água (Oxímetro Portátil YSI Mod. 550A). Ainda em campo, foram coletadas amostras de água em garrafas de 2 litros e conduzidas ao Laboratório de Ecologia Aquática do NUPEM/UFRJ (Macaé). No laboratório foram determinados os valores de pH (pHmetro portátil calibrado com tampões 4 e 7), fósforo total (P-total) e orto-fosfato (Ort.P) (através do processo de digestão em solução ácida de persulfato e determinação calorimétrica (CARMOUZE, 1994)), nitrogênio total (N-total) e carbono orgânico dissolvido (COD) (por meio de analisador de carbono com unidade de N total (TOC-500 Carbon Analyzer SHIMADZU)), concentração de clorofila A (ChlA) (por meio da extração e leitura em espectrofotômetro) e sólidos totais em suspensão (STS) (a partir da secagem do material retido em uma membrana após a filtração e a quantificação de seu peso seco).

Para a caracterização do sedimento foi retirado uma amostra em cada ponto com auxílio de um coletor tipo kajak, a fim de determinar o percentual de matéria orgânica e a fração granulométrica. A determinação do teor de matéria orgânica no sedimento foi realizada através da perda por ignição. As alíquotas (1 g de sedimento) foram pesadas, calcinadas a 550°C por quatro horas e pesadas novamente. A diferença entre o peso inicial da amostra e o peso após a calcinação foi indicativo dos teores de matéria orgânica no sedimento. As análises de composição granulométrica foram realizadas através do método de peneiramento (SUGUIO, 1973), que consiste na passagem de uma quantidade fixa de sedimento seco por um conjunto de peneiras de diferentes tamanhos de aberturas de malhas, sendo a maior abertura apresentando um tamanho de 200 mm e a menor 0,063 mm, por 15 minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas individualmente para a determinação das proporções de cada tipo de sedimento nas amostras, e a partir do peso de cada fração granulométrica calculou-se o valor médio do tamanho do grão.

2.3 - Coletas e identificação do material biótico

Para as larvas associadas às raízes de *Eichhornia crassipes*, foi realizada uma coleta em cada ponto, com auxílio de um quadrat delimitando a área de 0,5m². A

retirada das macrófitas foi realizada a partir de uma rede tipo "D" (puçá) dimensionada em 0,25m², com uma malha de 50 µm para que não houvesse a perda de material, o qual foi acondicionado em sacos plásticos para facilitar o traslado até o laboratório.

A coleta da fauna associada ao sedimento também foi realizada junto aos bancos de macrófita. Foram amostradas aleatoriamente três réplicas por ponto, utilizando um tubo de acrílico (core) junto ao coletor tipo kajak e reservados em potes plásticos de 500ml.

A representação dos indivíduos de vida livre na superfície d'água, junto ao banco de macrófitas e ao redor, foi realizada pelo meio de imersão de uma "concha entomológica" na lâmina d'água.

Todo o material biótico coletado foi isolado do sedimento e das raízes de imediato, não sendo necessário o uso de álcool ou formol para a fixação das amostras brutas.

Em laboratório, as raízes passaram por uma minuciosa lavagem com os organismos ainda vivos. Com água corrente e um recipiente de 30L retendo todo o material, a água proveniente da lavagem foi passada por peneiras com malhas com abertura de 1,0 e 0,5 mm, sendo as larvas triadas em bandejas de polietileno sobre fonte de luz (bandejas transiluminadas), e acondicionadas em tubos com álcool 70%. O mesmo método de triagem foi usado para o sedimento.

Para a identificação dos indivíduos foi necessária uma nova triagem, com auxílio de estereomicroscópio, a fim de separar aqueles indivíduos que precisariam ser submetidos ao processo de diafanização, o qual consiste em tratar amostras biológicas de modo a torná-las semitransparentes para a confecção da lâmina microscópica, podendo-se chegar até o menor nível taxonômico possível. O processo de diafanização foi realizado a partir de uma simples solução composta por nove partes de Ácido Láctico para uma parte de Glicerol. Após a imersão dos indivíduos nessa solução, o material foi posto em banho Maria à 60°C por 24 horas.

A identificação das espécies foi auxiliada por microscópio óptico, sendo baseada em TRIVINO- STRIXINO & STRIXINO, (1995); COFFMAN & FERRINGTON, (1996); EPLER, (2001) E HAMADA, (2014).

2.4 Análises dos dados

Os resultados foram comparados entre os pontos amostrais e as estações de inverno e verão quanto à densidade, composição e riqueza de espécies de larvas de

Chironomídeos. Além disso, as densidades foram relacionadas com as variáveis ambientais. Os dados físicos e químicos da água, assim como os dados faunísticos, foram logaritimizados $[\ln(x+1)]$ antes das análises, com exceção dos valores de pH.

Para melhor compreensão da correlação das variáveis abióticas com os pontos amostrais em diferentes períodos (inverno e verão) foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) com o auxílio do programa PAST 3.0.

A densidade total de indivíduos e as diferentes variáveis ambientais foram comparadas entre as estações de inverno e verão com um Teste T para amostras dependentes, com auxílio do programa *STATISTICA* Versão 10.

A riqueza de espécies entre as estações do ano foi comparada a partir de curvas de rarefação, as quais permitem comparar a riqueza de espécies entre locais (ou datas) com esforço amostral diferenciado em relação ao número de indivíduos coletados (GOTELLI & COLWELL, 2001). As curvas foram plotadas conjuntamente com o intervalo de confiança de 95% e construídas com auxílio do programa *EstimateS* 9.0 (COLWELL, 2004).

A estrutura da comunidade de chironomídeos foi avaliada com uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) e com um Escalonamento multidimensional não-métrico (*Non-metric Multidimensional Scaling* (NMS ou NMDS)) nos diferentes pontos amostrais entre as estações de inverno e verão. A PERMANOVA possui robustez similar ao da ANOVA tradicional, mas, ao contrário desta última, não requer que os pressupostos de normalidade e homocedasticidade sejam atendidos (ANDERSON, 2001; MCARDLE & ANDERSON, 2001). A NMDS consiste na disposição gráfica com o menor número de dimensões (eixos) possível das relações multi-dimensionais entre amostras. A efetividade desta redução de eixos é determinada pelo *stress* gerado. Os valores de *stress* variam de 0 a 1 e quanto mais próximo de zero melhor a ordenação. Valores de *stress* de até 0,15 são considerados satisfatórios para dados de comunidades ecológicas (MCCUNE & GRACE, 2002). Tanto na PERMANOVA quanto na NMDS foi usada uma medida de distância baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis. As análises foram realizadas com auxílio do software R, versão 3.2.3 (R Development Core Team, 2011), utilizando o pacote "*vegan*".

Para descrever quais variáveis ambientais melhor explicam os padrões de distribuição espaço-temporal da assembleia de chironomídeos, recorreu-se a Análise de Correspondência Canônica (CCA), também executada no software R, versão 3.2.3 (R

Development Core Team, 2011), utilizando o pacote "*vegan*". Nessa análise foram removidos os táxons com um único registro durante todo período.

3 - Resultados

3.1 Variáveis Abióticas

Foi possível determinar um padrão de variação entre os períodos estudados (tabela 2). Observou-se que dentre as variáveis analisadas somente quatro não apresentaram diferenças entre o verão e o inverno ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Valores absolutos, média e desvio padrão das variáveis abióticas para os seis pontos amostrais avaliados no verão e no inverno. Diferenças significativas do teste t pareado, entre as estações ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Variáveis	Período	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Media	DP	Valor de P
N-total (mg/L)	Verão	2,80	2,83	1,69	1,27	1,19	2,85	2,11	0,81	0,0003
	Inverno	5,57	4,16	3,98	3,67	3,23	4,35	4,16	0,80	
COD (mg/L)	Verão	15,71	12,71	10,32	11,32	12,16	14,29	12,75	1,97	0,4446
	Inverno	12,61	13,70	13,20	13,53	13,51	14,27	13,47	0,55	
P-total (µg/L)	Verão	110,5	121,70	69,70	50,50	67,60	118,6	89,77	30,71	0,2921
	Inverno	174,91	110,35	97,74	90,41	83,24	84,44	106,85	34,81	
Ort, P (µg/L)	Verão	2,10	6,20	16,20	12,20	13,10	5,70	9,25	5,38	0,0854
	Inverno	4,70	4,50	6,40	5,20	3,10	4,50	4,73	1,07	
Temperatura (°C)	Verão	26,50	26,50	26,10	25,20	27,10	27,10	26,42	0,71	0,0002
	Inverno	22,90	23	23	23,60	23,30	24	23,30	0,43	
Condutividade (µs.cm ⁻¹)	Verão	986,00	714	278,60	262,40	244,50	925	568,42	347,93	0,0002
	Inverno	1970,00	1998	2010	1989	1922	2015	1984,00	34,35	
O ₂ (%)	Verão	82,90	11	16,80	6,30	20,60	50	31,27	29,58	0,0337
	Inverno	75,00	78	22,40	64,50	94,50	93,10	71,25	26,49	
O ₂ (mg/L)	Verão	6,60	1	1,30	0,50	1,60	3,80	2,47	2,32	0,0258
	Inverno	6,50	6,70	1,70	5,50	8,10	7,70	6,03	2,31	
Turbidez (NTU)	Verão	20,70	19,20	39,50	49,10	34,40	26,10	31,50	11,66	0,0646
	Inverno	43,50	48,10	41,10	45	52,10	80,60	51,73	14,65	
pH	Verão	7,70	6,50	6,20	6,60	6,40	6,90	6,72	0,53	0,0006
	Inverno	8,60	9	8	8,70	8,30	8,30	8,48	0,35	
STS (mg/L)	Verão	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,0002
	Inverno	0,08	0,07	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,01	
Clorofila A (µg/L)	Verão	0,12	0,04	0,01	0,003	0,005	0,03	0,03	0,04	0,0049
	Inverno	0,14	0,14	0,07	0,02	0,07	0,12	0,10	0,04	

Os dois primeiros eixos da ACP realizada para o inverno explicaram 85,2% da variação dos dados (eixo 1: 51,74% e o eixo 2: 33,45%) (Figura 3). A ordenação gráfica

mostra que as variáveis OD e ChlA estão fortemente associadas de forma positiva ao primeiro eixo. Ort.P está ainda correlacionado de forma negativa ao primeiro eixo. O segundo eixo está positivamente relacionado à ChlA, mas negativamente associado à OD. As demais variáveis não apresentaram correlações claras com nenhum dos dois eixos. Os pontos I1, I2 e I6 estão relacionados aos maiores valores de ChlA e OD enquanto os pontos I3 e I4 estão relacionados a maiores valores de Ort-P.

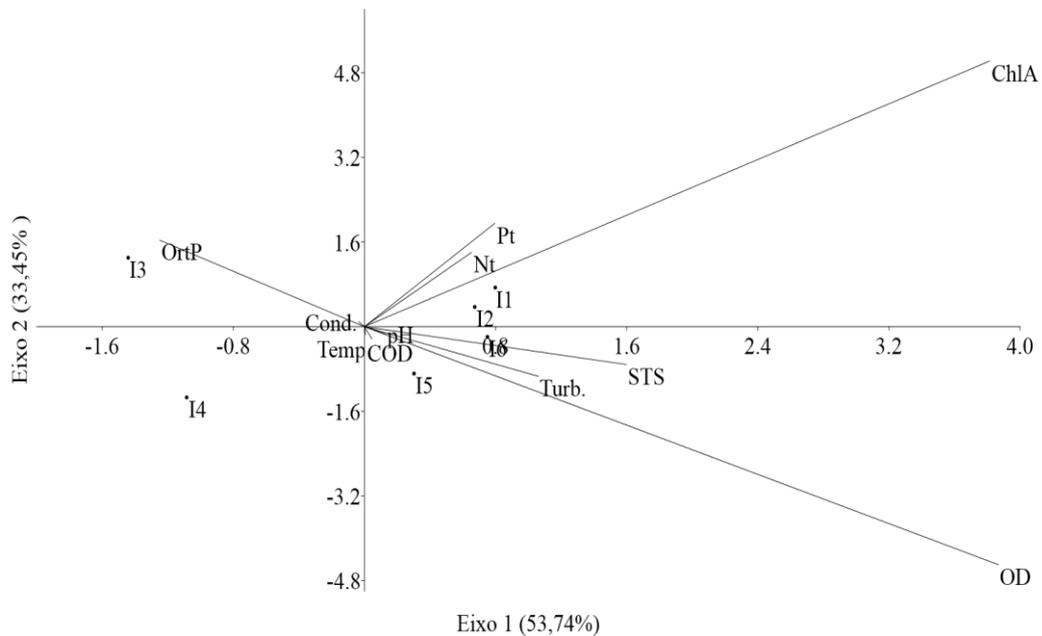


Figura 3 - Resultado da análise de componentes principais (PCA) no inverno (período de seca).

Fonte: Do Autor

Nota: Variáveis abióticas nitrogênio total (Nt), carbono orgânico dissolvido (COD), fósforo total (Pt), Temperatura da água (Temp), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (Turb), pH, sólidos totais em suspensão (STS), Clorofila A (ChlA), ortofosfato (OrtP) e condutividade elétrica (Cond)

Para o verão, os dois primeiros eixos explicaram 95,47% da variação dos dados (eixo 1: 87,65 % e o eixo 2: 7,82 %) (Figura 4). A ordenação gráfica mostra que as variáveis OD, Cond e ChlA estão positivamente correlacionadas com o primeiro eixo, enquanto o Ort-P apresenta correlação negativa. Já o eixo 2 está positivamente correlacionado com OD, mas negativamente correlacionado com as variáveis N-total, Cond e ChlA. Ainda de acordo com a ACP, os pontos 1 e 6 foram mais similares e apresentaram maiores valores de OD, Cond e ChlA. Já os pontos 3, 4 e 5 apresentaram maiores concentrações de Ort-P. O ponto 2 está associado a maiores valores de N-total, Cond e ChlA.

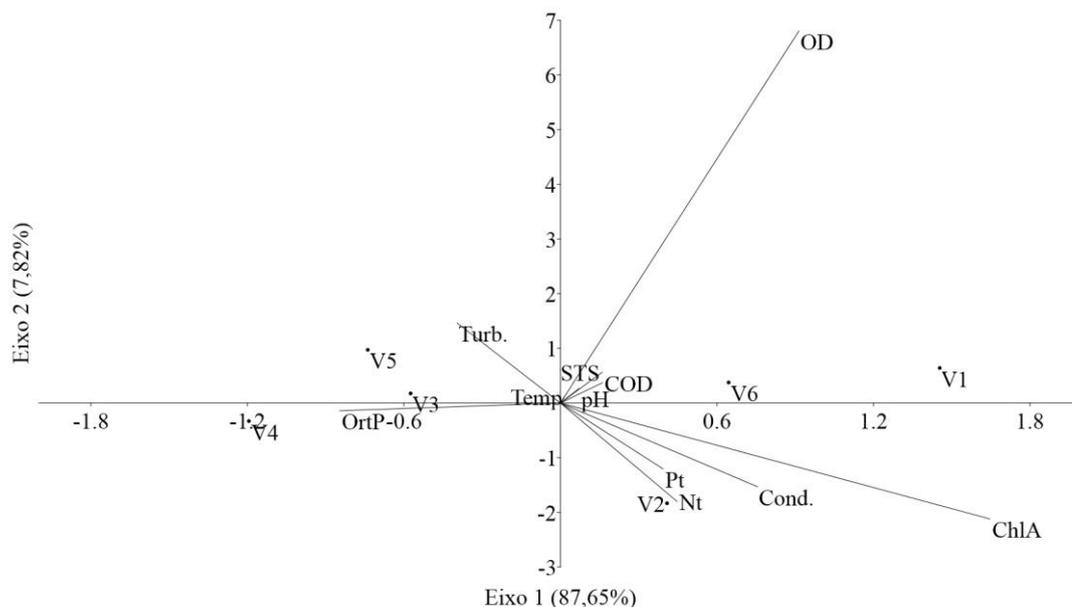


Figura 4 - Resultado da análise de componentes principais (PCA) no verão (período chuvoso).

Fonte: Do Autor

Nota: Variáveis abióticas nitrogênio total (Nt), carbono orgânico dissolvido (COD), fósforo total (Pt), Temperatura da água (Temp), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (Turb), pH, sólidos totais em suspensão (STS), Clorofila A (ChlA), ortofosfato (OrtP) e condutividade elétrica (Cond)

3.1.1 Características do sedimento

Nos dois períodos de coleta, o teor de matéria orgânica no sedimento foi maior nos pontos P02 no inverno (27,8 g/dm³) e P03 no verão (27,7 g/dm³) e menor no ponto P06 para ambos os períodos (1,06 no inverno e 2,12 g/dm³ no verão) (Tabelas 5 e 6).

Quanto à composição granulométrica, os pontos P01, P02 e P03 apresentaram valores semelhantes (60,9%, 50,02% e 54,01% de areia grossa, respectivamente). De forma análoga, os pontos P04 e P05 tiveram valores semelhantes de areia fina (32,25% e 31,08%, respectivamente) no inverno. Já o ponto P06 apresentou um maior percentual granulométrico de areia grossa, correspondendo a 81,2 % do total (Figura 5). No verão, os pontos apresentaram uma maior homogeneidade, com a areia fina tendo maior predominância na composição granulométrica. Destacam-se apenas os pontos P03, o

qual apresentou uma maior composição de silte e argila (47,4 %), e P06, com uma redução do percentual de areia grossa em relação ao inverno (Figura 6).

Tabela 5- Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período de estiagem (inverno).

Pontos de amostragem	P01	P02	P03	P04	P05	P06
% Matéria orgânica	24,97	27,78	23,24	11,26	9,34	1,07
% Areia grossa	60,98	50,03	54,01	25,82	27,48	81,22
% Areia média	15,51	16,40	17,67	25,30	30,12	10,79
% Areia fina	12,50	20,79	14,15	32,28	31,09	7,17
% Silte e argila	11,00	12,78	14,15	16,59	11,31	0,81

Fonte: Do autor

Tabela 6- Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período chuvoso (verão).

Pontos de amostragem	P01	P02	P03	P04	P05	P06
% Matéria Orgânica	23,89	8,68	27,72	20,84	13,79	2,12
% Areia grossa	20,64	22,87	8,12	16,20	25,86	47,04
% Areia média	27,93	17,98	19,33	25,70	25,91	27,61
% Areia fina	29,24	34,86	25,10	34,35	31,99	20,15
% Silte e argila	22,18	24,28	47,42	23,73	16,23	5,20

Fonte: Do autor

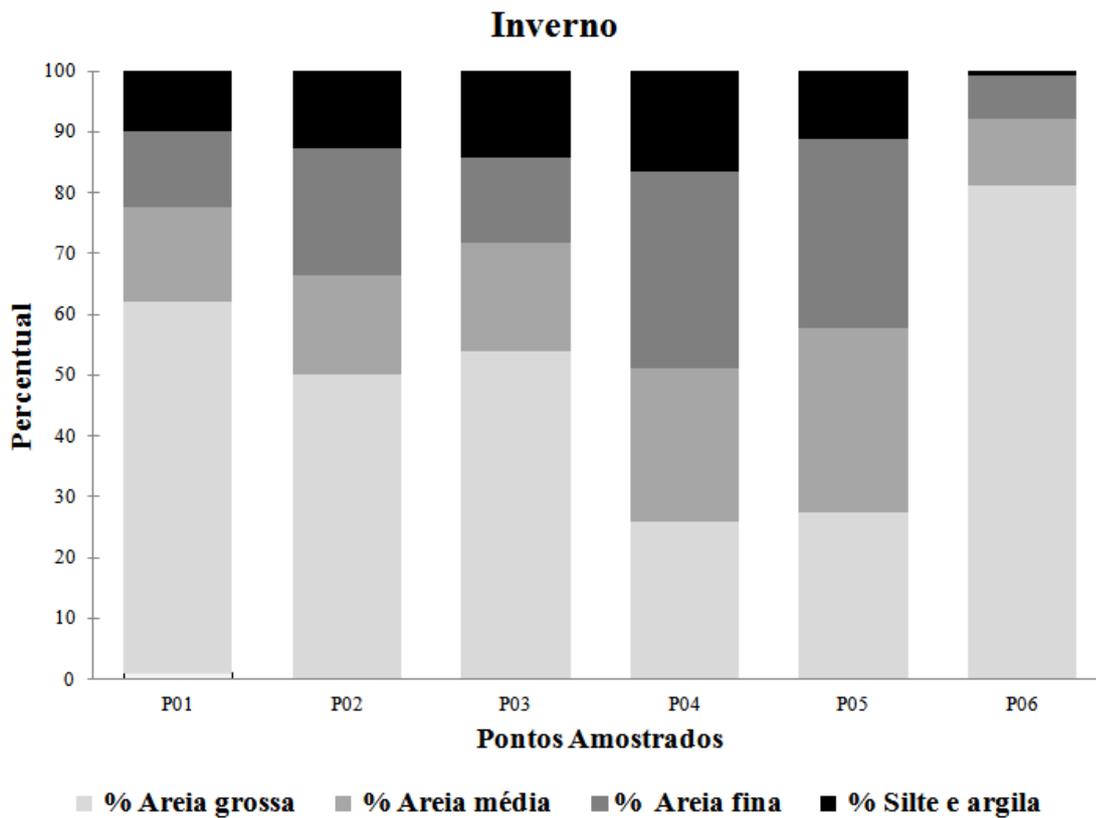


Figura 5 : Variação espacial da composição granulométrica do sedimento no período de estiagem (inverno)

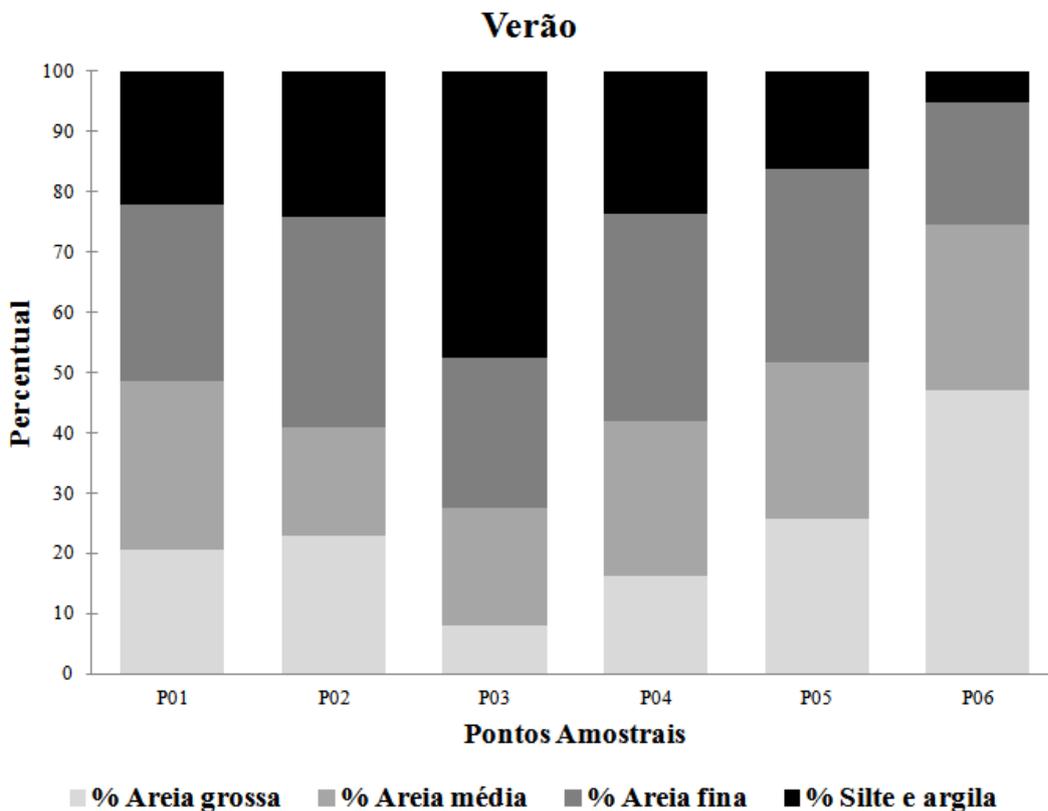


Figura 6 : Variação espacial da composição granulométricas do sedimento no período chuvoso (verão)

3.2 Dados Bióticos

Foram coletados 1539 larvas de Diptera, estando todos os espécimes associados à raiz da *Eichhornia crassipes*. Do total, 1292 e 247 larvas foram encontradas no inverno e no verão, respectivamente, e distribuídos em 30 táxons (Tabela 7). A subfamília Chironominae foi a mais abundante com 87,4% dos indivíduos. Essa subfamília apresentou sete gêneros (*Asheum*, *Chironomus*, *Dicrotendipes*, *Goeldichironomus*, *Parachironomus*, *Plypedium* e *Tanytarsus*) e 21 espécies. A segunda família mais abundante foi Ceratopogonidae com 9,5% da abundância e apenas o gênero *Culicoide* foi encontrado. Já a subfamília Tanypodinae apresentou 1,95% do total de indivíduos, apresentando quatro gêneros (*Thienemannimyia*, *Larsia*, *Monopelopia* e *Paramerina*). As demais três famílias observadas (Pscycodidae, Sciomyzidae e Stratiomidae) apresentaram juntas 1,04% dos indivíduos. Foram encontrados 27 táxons no inverno e 18 no verão, sendo 12 táxons exclusivos do inverno e 6 do verão (Tabela 7).

No inverno, a maior abundância de larvas foi observada nos pontos I2 (Ponto 2 no inverno) (124 larvas de *Goeldichironomus luridus*, 101 de *Chironomus sancticaroli* e 91 *Goeldichironomus holoprasinus*), I4 (121 larvas de *Goeldichironomus maculatus*, 106 de *Goeldichironomus neopictus* e 50 *Culicoide*) e I5 (312 larvas de *Goeldichironomus maculatus* e 57 *Goeldichironomus luridus*). A menor abundância de larvas foi encontrada nos pontos I3 (3 larvas de *Dicrotendipes* sp1) e I6 (7 larvas de *Goeldichironomus neopictus*, 2 *Parachironomus cayapo*, 2 *Goeldichironomus luridus*, 1 *Goeldichironomus xiborena* e 1 *Dicrotendipes* sp1), ressaltando que não foi encontrado nenhum espécime no ponto I1.

Para o verão os pontos com maiores abundâncias foram V6 (58 larvas de *Chironomus reissi* e 38 *Culicoide*) e V5 (25 *Culicoide*s e 24 *Polypedium* sp2). A menor abundância de larvas foi encontrada nos pontos V3 (3 larvas de *Goeldichironomus neopictus* e 2 *Goeldichironomus xiborena*), V2 (2 larvas de *Goeldichironomus luridus* e 1 *Ausheum*) e V1 (1 *Ausheum*, 1 *Chironomus sancticaroli* e 1 *Goeldichironomus maculatus*).

Com relação às coletas realizadas no sedimento e na coluna d'água, nenhum organismo foi encontrado.

Tabela 7- Composição taxonômica, riqueza e abundância dos táxons encontradas nos pontos de coleta e períodos de amostragem Chuvoso/ inverno (I) e Seco/verão (V).

Indivíduos	I1	V1	I2	V2	I3	V3	I4	V4	I5	V5	I6	V6	Total
<i>Culicoide</i>							50	10	24	25		38	147
<i>Asheum</i> spp,		1	18	1					12	1			33
<i>Chironomus antonioi</i>			21				1						22
<i>Chironomus columbiensis</i>							1						1
<i>Chironomus gigas</i>			11										11
<i>Chironomus paragigas</i>									1				1
<i>Chironomus reissi</i>			35				27	4		4		58	128
<i>Chironomus sancticaroli</i>		1	101				2	1		1		14	120
<i>Chironomus</i> sp,1			29										29
<i>Chironomus</i> sp,9			3					1					4
<i>Dicrotendipes</i> sp,1					3		1				1		5
<i>Goeldichironomus holoprasinus</i>			91				1					1	93
<i>Goeldichironomus luridus</i>			124	2			23		57		2		208
<i>Goeldichironomus maculatus</i>		1	6				121		312			1	441
<i>Goeldichironomus neopictus</i>			4			3	106		17		7		137
<i>Goeldichironomus petiolata</i>									3				3
<i>Goeldichironomus serratus</i>							14		4				18
<i>Goeldichironomus xiborena</i>						2	2				1	2	7
<i>Parachironomus cayapo</i>			6				5		2		2		15
<i>Polypedilum</i> sp,2										24			24
<i>Polypedilum</i> sp,3										12			12
<i>Polypedilum</i> sp,6							1						1
<i>Tanytarsus obiriciae</i>							26		1	5		1	33
Pychodidae										1			1
Sciomyzidae				3									3
Stratiomidae								5				7	12
<i>Thienemannimyia</i>							10			10		2	22
<i>Larsia</i>							2						2
<i>Monopelopia</i>										5			5
<i>aramerina</i>							1						1
Abundância por período	0	3	449	6	3	5	394	21	433	88	13	124	1539
Abundância total		3	455		8		415		521		137		
Riqueza	0	3	12	3	3	2	17	5	10	10	5	9	

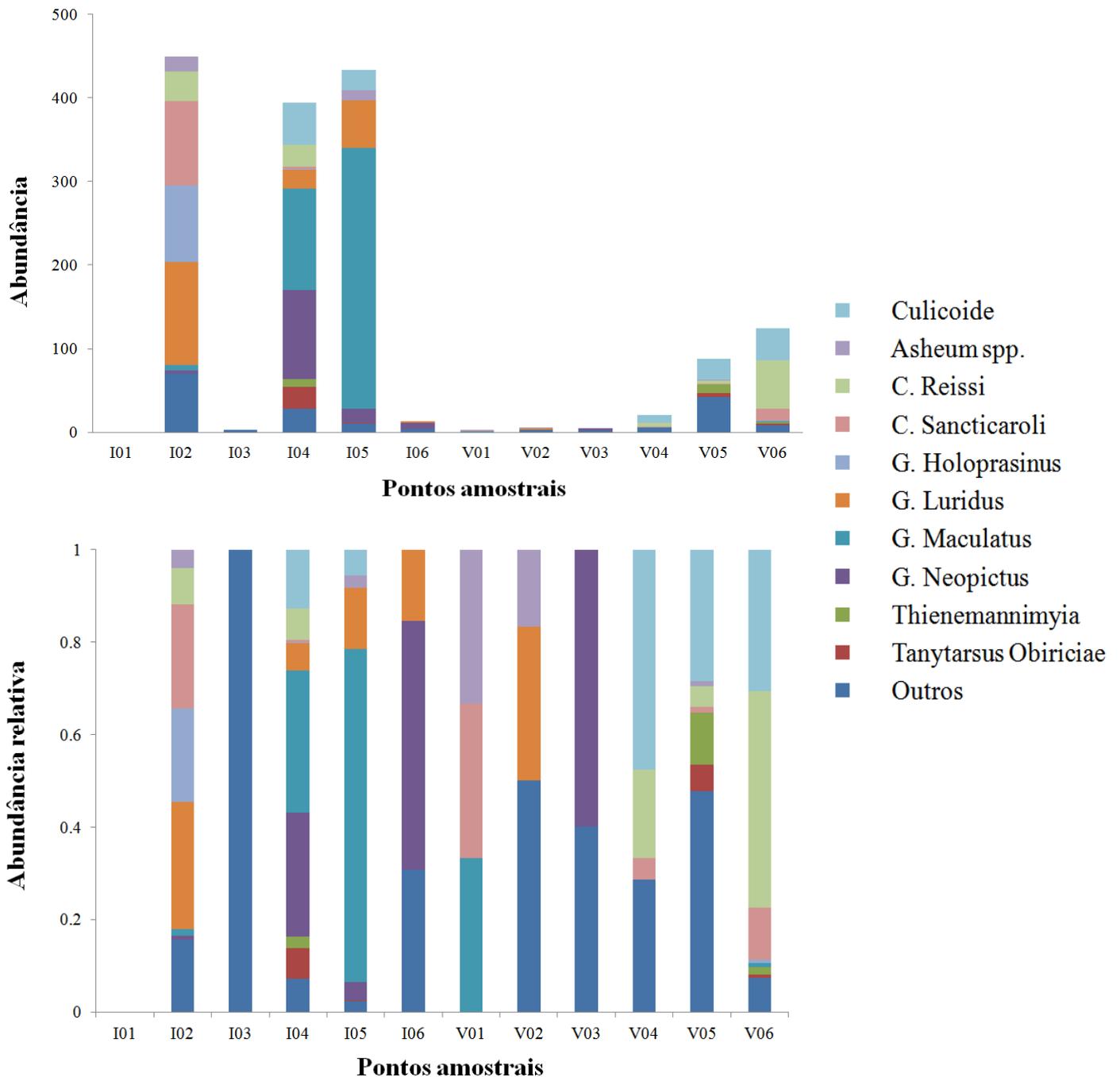


Figura 7: a) Abundância dos principais táxons nos pontos amostrais durante o inverno (I) e verão (V).
 b) Abundância relativa dos principais táxons, nos pontos amostrais durante o inverno e verão.

Não houve diferença na densidade total de larvas entre os períodos de coleta (teste t, $p = 0,1339$).

Em termos absolutos a maior riqueza foi encontrada no inverno. Porém, ao relativizar a riqueza de espécies pelo menor esforço amostral (247 indivíduos no verão) através de curvas de rarefação, pode-se observar uma maior riqueza no verão (Figura 8).

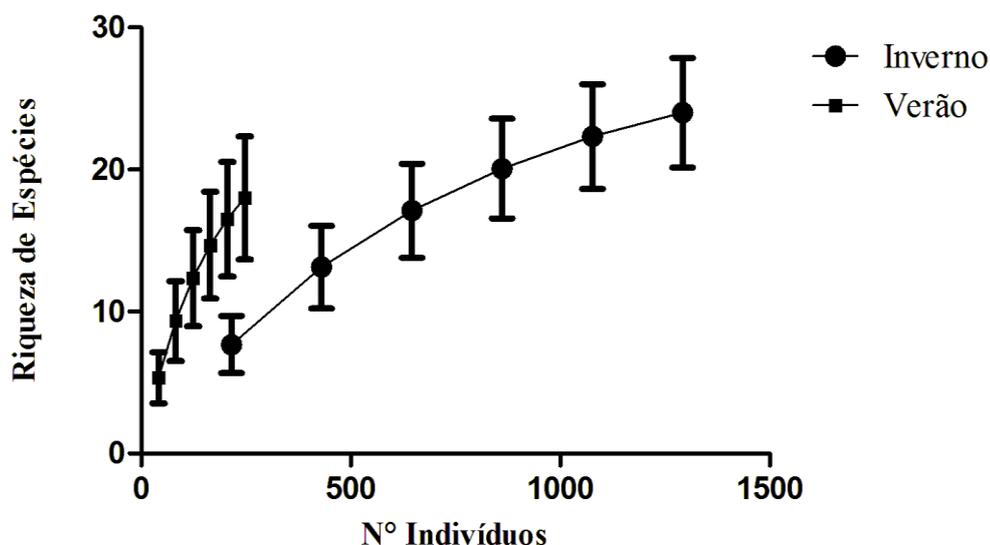


Figura 8: Curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos coletados no verão e no inverno. As barras de erro representam um intervalo de confiança de 95%

A PERMANOVA não mostrou diferença na estrutura das comunidades amostradas no verão e no inverno. A estrutura da comunidade para os diferentes pontos de coleta em períodos distintos é melhor observada na figura gerada pelo escalonamento multidimensional não métrico (nMDS). Apesar de não haver diferença entre as comunidades amostradas no inverno e no verão, a nMDS sugere uma maior similaridade entre as estações do inverno quando comparada ao verão (Figura 9).

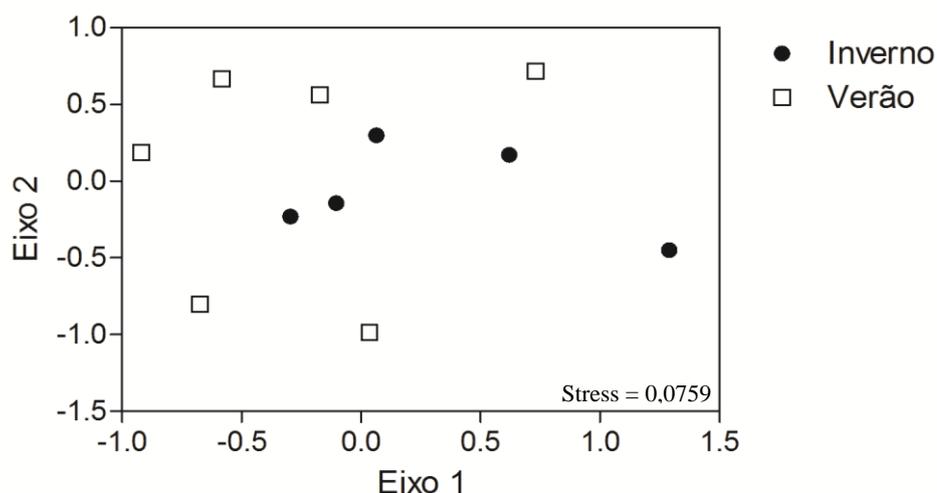


Figura 9- Representação da estrutura da comunidade através de um escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) de cada ponto entre os períodos amostrados (inverno/ verão), através da similaridade de Bray-Curtis. Stress = 0,0759. O ponto 1 do inverno não apresentou indivíduos.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as variáveis ambientais e os organismos (Figura 10) explicou 72,41% da variação dos dados. O primeiro eixo explicou 42,87% da variação enquanto o segundo eixo explicou 30,54%.

As variáveis temp, OD e STS estão positivamente correlacionadas com o eixo 1. Já o eixo 2 apresentou uma correlação positiva com as variáveis de ChlA , P-total, pH, STS e OD, enquanto as variáveis Temp e Turb apresentaram uma correlação negativa. As variáveis de N-total e Cond não mostraram fortes correlações com nenhum dos dois eixos.

Os táxons *Goeldichironomus xiborena*, *Goeldichironomus neopictus*, *Dicrotendipes* sp1, *Parachironomus cayapo* e *Goeldichironomus luridus* apresentaram forte correlação com as variáveis Temp, OD e STS. Já os táxons *Goeldichironomus luridus* e *Asheum* foram correlacionados com as variáveis P-total, pH, ChlA e STS. Os táxons *Goeldichironomus maculatos*, *Culicoide*, *Chironomus reissi* e *Chironomus sancticaroli*, que apresentaram uma maior abundância, não apresentaram uma clara relação com as variáveis mensuradas.

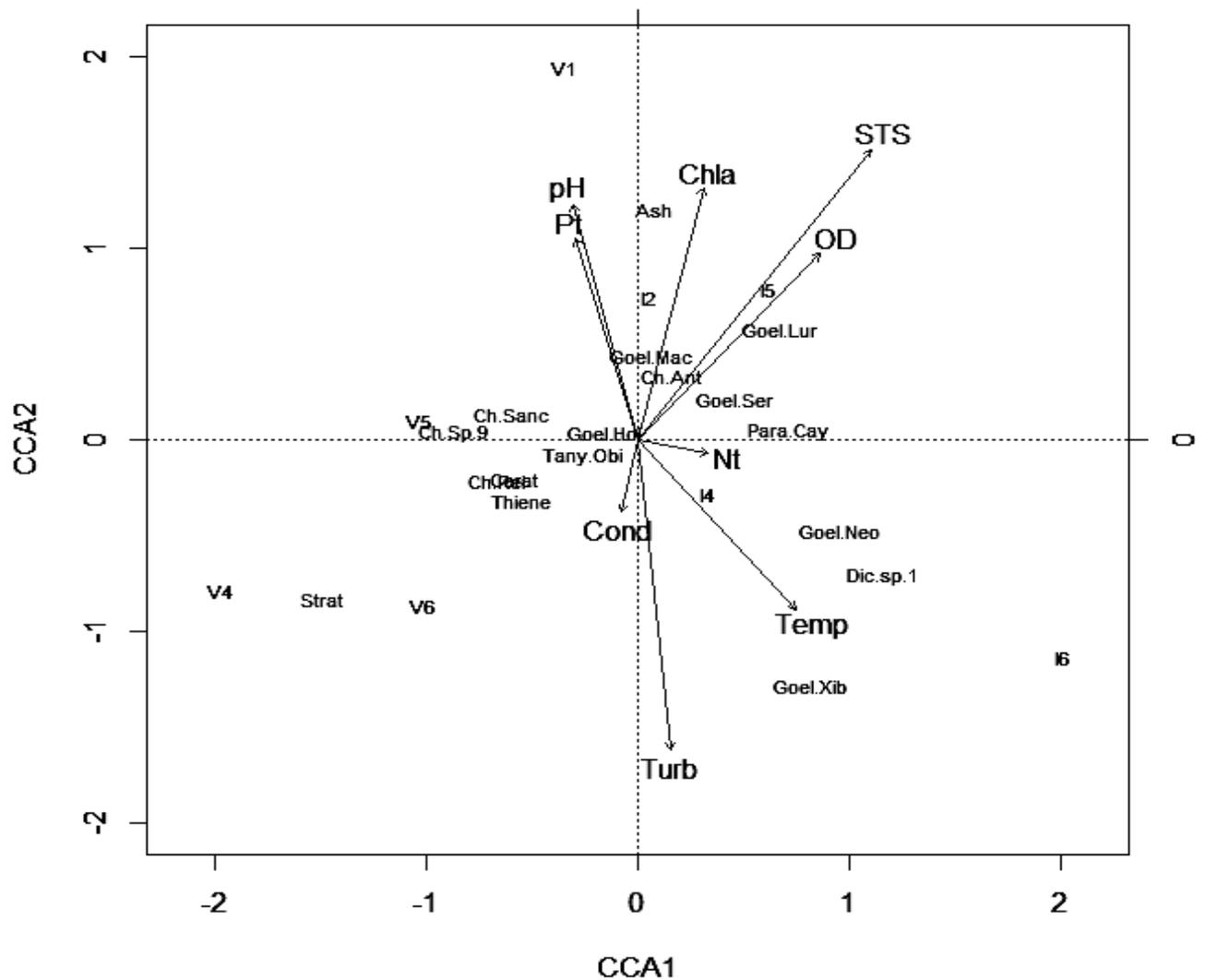


Figura 10 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as variáveis abióticas e mosquitos.

Nota: Variáveis ambientais: Clorofila A (Chla); Condutividade (Cond); Oxigênio dissolvido (OD); pH; Fósforo Total (Pt); Nitrogênio Total (Nt); Temperatuta (Temp); Turbidez (Turb). Biológicas: *Asheum* (Ash); *Chironomus antonioi* (Ch.Ant); *Chironomus reissi* (Ch.rei); *Chironomus sancticaroli* (Ch.Sanc); *Chironomus sp.9* (Ch.Sp9); *Dicotendipes sp.1* (Dic.sp1); *Goeldichironomus holoprasinus* (Goel.Hol); *Goeldichironomus luridus* (Goel.Lur); *Goeldichironomus maculatus* (Goel. Mac); *Goeldichironomus neopictus* (Goel.Neo); *Goeldichironomus serratus* (Goel.Ser); *Goeldichironomus xiborena* (Goel. Xib); *Parachironomus cayapo* (Para.Cay); *Tanytarsus obiriciae* (Tany.Obi); Stratiomidae (strat); *Thienemannimyia* (Thiene); *Culicoide* (Culi).

4. Discussão

As raízes de *E. crassipes* mostraram-se como um microhabitat adequado para a colonização de diferentes espécies de quironomídeos na lagoa Imboassica. O uso das raízes pelas larvas parece ocorrer o ano todo, uma vez que as mesmas foram observadas em estações do ano distintas. O uso de raízes de *E. crassipes* por quironomídeos foi igualmente observado por SAULINO et. al, em 2014. Além dessa macrófita, outras macrófitas eventualmente presentes na lagoa Imboassica, tais como *Chara* sp., mostram-se favoráveis à colonização por quironomídeos (ALBERTONI et al., 2001). Dessa forma, a colonização de raízes de macrófitas parece estar mais ligada à sua complexidade do que a fatores específicos de diferentes espécies de macrófitas aquáticas.

Na lagoa Imboassica, além de *E. crassipes*, a macrófita emersa *Typha domingensis* é também amplamente encontrada (CALLISTO et. al., 2002; HENRIQUES-DE-OLIVEIRA, 2007). No entanto, uma vez que suas raízes estão no sedimento, seu uso pelas larvas deve ser reduzido. Portanto, entre as macrófitas aquáticas predominantes na lagoa Imboassica, os bancos de *E. crassipes* parecem ser os únicos favoráveis ao estabelecimento de quironomídeos o ano todo.

Outro compartimento comumente usado por chironomídeos na lagoa Imboassica, observado por CALLISTO, 2002, e ALBERTONI et al., 2001, e em outros sistemas é o sedimento, como LADISLAV, 2011; ÁRVA, 2017 e CAI, 2017, especialmente aqueles pertencentes à subordem Nematocera. No entanto, na lagoa Imboassica, larvas no sedimento foram estudadas anteriormente apenas na região limnética, dificultando a comparação entre os dois compartimentos. É possível que, na existência de raízes tais como as de *E. crassipes*, a colonização das larvas ocorra preferencialmente nessas raízes em detrimento do sedimento. De fato, a presença de raízes pode interferir de forma física na chegada de ovos e larvas ao sedimento (BIBLIA et al., 2015), reduzindo a densidade de quironomídeos no sedimento.

Já a ausência de larvas na coluna d'água parece ser resultante da maior vulnerabilidade que as larvas teriam na presença de predadores. De fato, larvas de quironomídeos podem ser facilmente predadas por peixes na ausência de refúgios (BRS Figueiredo et al., 2016)

Mesmo não apresentando uma diferença significativa da densidade dos indivíduos entre as estações do ano, o inverno foi caracterizado como o período com maior grau de similaridade entre os pontos e com a maior abundância. A menor ocorrência de chuvas pode contribuir para a maior homogeneidade da lagoa no inverno uma vez que o volume de água chegando pelos canais adjacentes é reduzido.

No presente trabalho a fotossíntese pode ter contribuído para os maiores valores de oxigênio dissolvido durante o inverno em relação ao verão. De fato, o inverno apresentou maiores concentrações de clorofila *a*, o que pode ser decorrente das maiores concentrações de nitrogênio observadas nesse período. Outros fatores que apresentaram fortes correlações foram a concentração de material em suspensão (STS), o pH alcalino, devido a baixa precipitação e a influência da água do mar, a qual apresenta grandes concentrações de carbono inorgânico (ENRICH-PRAST *et al.*, 2004; ESTEVES, 2011). O acúmulo de material de origem alóctone e a entrada de mais material em suspensão no ecossistema carregados pela precipitação dos meses anteriores ao inverno, também influenciaram nos valores das variáveis mencionadas. Essa observação corrobora com MELO, 2007, que observou que as concentrações de nutrientes são os fatores que mais influenciaram a distribuição espacial do fitoplâncton na lagoa Imboassica, encontrando uma maior similaridade entre as estações mais próximas do mar, em comparação às mais distantes. A presença das macrófitas flutuantes contribui também para a diminuição da temperatura da água devido ao sombreamento da superfície e menor absorção de raios solares pela água (MARTINS & PITELLI, 2005; GENTELINI *et al.*, 2008; HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008). Tal interferência pode reduzir a temperatura da água e proporcionar uma maior solubilidade do oxigênio, o qual é afetado de maneira inversamente proporcional pela temperatura, aumentando ou reduzindo a sua disponibilidade para a biota (ESTEVES, 2011).

Altas concentrações de oxigênio podem determinar maior densidade de organismos no meio. Apesar da família Chironomidae ser frequentemente relacionada à tolerância a grande flutuação da concentração de oxigênio (CALLISTO *et al.*, 2007; ROSIN *et al.*, 2010; VIEIRA *et al.*, 2012), no presente estudo cinco espécies estiveram associadas com menores temperaturas da água e maiores disponibilidades do oxigênio. Em contrapartida, a densidade de espécies pertencentes ao gênero *Chironomus* apresentou correlação com a baixa concentração de oxigênio, corroborando com os trabalhos de CALLISTO & ESTEVES, 1998, e TRIVINHO-STRIXINO, 2011, contrastando apenas em relação ao gênero *Parachironomus* sp. que neste estudo

apresentou uma correlação positiva com a disponibilidade de oxigênio, o que deve-se provavelmente, a tolerância deste gênero a uma grande faixa de condições ambientais (EPLER, 2001).

Em todo estudo, o gênero *Goeldichironomus* se demonstrou frequente, sendo as espécies *G. maculatus* e *G. luridus* as mais recorrentes e abundantes, especialmente no inverno. SANSEVERINO *et al.*, (1998) relataram que o mesmo gênero é constantemente encontrado em ambientes com presença de macrófitas e grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, tal qual os bancos de *E. crassipes* observados na lagoa Imboassica, oferecendo uma grande diversidade de recursos tróficos, tais como a colonização por perifitons nas macrófitas aquáticas, detritos de plantas, principalmente na zona litoral, e finas partículas de matéria orgânica. Apesar do ecossistema onde se desenvolveu o estudo proporcionar a ocorrência de formas imaturas de organismos com importância epidemiológica, como algumas do gênero *Anopheles* que se desenvolvem em lagoas, açudes, represas e grandes porções d'águas com rica vegetação flutuante (CONSOLI, 1994), não foi registrado a ocorrência de nenhum representante deste gênero nesta pesquisa.

Mesmo o presente estudo sendo feito exclusivamente com a comunidade de chironomídeos, os resultados obtidos corroboram com os de ROSINE, 1955; GLOWACKA, 1976; MASTRANTUONO, 1986; TRIVINHO-STRIXINO, 1997; CORREIA, 1999; SONODA, 1999, que relataram a capacidade das macrófitas aquáticas sustentarem uma comunidade de insetos e outros invertebrados, aumentando a complexidade física nas paisagens aquáticas e conseqüentemente, tendem a influenciar de maneira positiva na riqueza e na abundância da fauna residente.

O aumento da temperatura durante a primavera e o verão influencia diretamente no ciclo biológico dos organismos aquáticos, acelerando as fases do imaturo e estimulando a atividade reprodutiva da maioria das espécies bentônicas (Sponseller *et al.*, 2001), proporcionando um aumento da riqueza de espécies no ecossistema. Por outro lado, no inverno as baixas temperaturas e a diminuição da luminosidade podem gerar uma redução na produtividade dos sistemas aquáticos, minimizando a disponibilidade de recursos alimentares para a fauna. Estes mesmos fatores podem induzir um estado de diapausa nos últimos instares da maioria das larvas de insetos, principalmente Chironomidae (Goddeeris *et al.*, 2001) causando um estagnação da densidade total e conseqüentemente na riqueza da fauna local. No entanto, a lagoa

Imboassica não apresentou fortes influências das estações do ano como descrito acima, uma vez que o verão apresentou menores abundâncias de larvas.

5. Conclusão

A fauna encontrada não apresentou diferença significativa entre as variações espaço - temporais. No entanto revelou uma maior riqueza de espécies durante o verão quando comparado o menor esforço amostral neste período. Esse padrão demonstra que os pontos de coleta se comportaram de forma homogênea ao longo do estudo. Contudo, algumas variáveis tanto abióticas quanto bióticas foram determinantes para classificar diferentes agrupamentos e uma maior similaridade entre os pontos.

Por fim, *Eichhornia crassipes* demonstrou capacidade de abrigar elevadas densidades de chironomídeos que apresentam tolerância à eutrofização. Quanto ao substrato existente sob a vegetação em apreço, demonstrou a clara infertilidade devido a sua granulometria e a baixa concentração de matéria orgânica que, conjugado à potencial ação de predadores, inviabiliza a ocorrência de larvas no sedimento.

Não foi registrada a ocorrência de espécies vetoras de doenças de importância entomopidemiológica.

6. Referências Bibliográficas

- ABÍLIO, F. J. P., T. L. M. RUFFO, A. H. F. S. SOUZA, H. S. FLORENTINO, E.T. O. JUNIOR, B. N. MEIRELES, A. C. D. SANTANA. **Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga.** *Oecologia Brasiliensis* 11: 397-409, 2007.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. & JULIO-JR.; H.F. **Relações entre macrófitas e fauna de peixes.** In: Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. THOMAZ, S. M., BINI, L.M. (Eds.). EDUEM, Maringá, p.261-279, 2003.
- ALBERTONI, E.F, PALMA-SILVA C. & ESTEVES, F. **Macroinvertebrates associated with Chara in a tropical coastal lagoon (Imboassica lagoon, Rio de Janeiro, Brazil).** *Hydrobiologia* 457: 215–224, 2001.
- ALBERTONI, E. F. ; PALMA-SILVA, C. **Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas flutuantes em canais urbanos de escoamento pluvial (Balneário Cassino, Rio Grande, RS).** *Neotropical Biology And Conservation* , v. 1, p. 90-100, 2006.
- ALLAN, J. D. 2001. *Stream ecology: structure and function of running waters.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- ANDERSON, M.J. **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** *Austral Ecology* 26: 32–46, 2001.
- ASHE, P., MURRAY, D.A.; REISS, F. **The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera).** *Annls Limnol.*, 23(1): 27-60, 1987. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1051/limn/1987002>>. Acessado em 19 abr. 2016.
- BAMBI, P.; DIAS, C. A. A.; PINTO-SILVA, V. **Produção primária do fitoplâncton e as suas relações com as principais variáveis limnológicas na baía das pedras,** Pirizal Nossa Senhora do Livramento, Pantanal de Poconé MT. *UNICiências, Cuiabá*, v. 12, p. 47-64, 2008.
- BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; DROVILLÉ, L.F.M. & NESSIMIAN, J.L. **Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil.** *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 249-258. 2000.
- BAZZAZ F A. **Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois.** *Ecology* 56: 485-488, 1975.

Beé, M. E. T. **Ecologia de Larvas de Chironomidae (Diptera) no Rio Irani , Santa Catarina, Brasil.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Unochapecó. SC, 2008.

BENKE, A.C. **Secondary production of aquatic insects.** In: RESH, V.H. & ROSENBERG, D.M. **The ecology of aquatic insects.** New York: Praeger Publishers, 1984.

BILIA, C.G.; PINHA,G.D.; PETSCH, D.K.; TAKEDA, A. M. **Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagoas de inundação neotropicais,** Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 105(1):20-27, 2015

BOGUT, I.; VIDAKOVIĆ, J.; PALIJAN, G. & ČERBA, D. **Benthic macroinvertebrates associated with four species of macrophytes.** Biologia, 62(5): 600-606, 2007

BORELLI, E. **Urbanização e qualidade ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira.** Revista Internacional interdisciplinas Interthesis. V.4 vol 1. Florianópolis, 2007.

BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F.; SUZUKI, M. S. **Padrões de funcionamento das lagoas do Baixo Rio Doce: variáveis abióticas e clorofila a (Espírito Santo – Brasil).** Acta Limnologica Brasiliensia, v. 3, n. 1, p. 13-31, 1992.

BRS FIGUEIREDO, RP MORMUL, BB CHAPMAN, LA LOLIS, LF FIORI, E BENEDITO. **Turbidity amplifies the non-lethal effects of predation and affects the foraging success of characid fish shoals.** Freshwater biology 61 (3), 293-300, 2016

CAI, Y.; Zhang, Y.; Wu, Z.; Chen, Y.; Gong, Y. **Composition, diversity, and environmental correlates of benthic macroinvertebrate communities in the five largest freshwater lakes of China.** Hydrobiologia, 788:85–98, 2017

CALLISTO, M. **Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil.** Braz. J. Biol. vol.64, n.4, 2004.

CALLISTO, M., MORENO, P., GONÇALVES, J. F. Jr., LEAL, J. J. F. and ESTEVES, F. A. **Diversity and biomass of chironomidae (diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in rio de janeiro, brazil.** Brazilian Journal Biology., 62(1): 77-84, 2002

CALLISTO, M., GONÇALVES-JUNIOR, J.F., LEAL, J.J.F., AND PETRUCIO, M.M. **Macroinvertebrados bentônicos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas, e Comprida.** *In Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ).* Edited by F.A. Esteves. Nupem/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil. pp. 479–486. 1998

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. **Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera) em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita.** *In: NESSIMIAN, J. L. e CARVALHO, A. L. (eds.). Ecologia de insetos aquáticos: Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V, PPGE-UFRJ: Rio de Janeiro, pp. 299-309, 1998.*

CALLISTO, M., GONÇALVES, J. F. JR., GRAÇA, M. A. S. **Leaf litter as a possible food source for chironomidae (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams.** *Revista Brasileira de Zoologia (online): v.24, n.2, 2007.*

CAMARGO, AFM., PEZZATO, MM. e HENRY-SILVA, GG. 2003. **Fatores limitantes à produção primária.** *In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas.* Maringá: Eduem, p. 59-83.

CAMARGO, AFM.; HENRY-SILVA, G. G.; PEZZATO, M. M. **Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas.** *In: HENRY, R. (Ed.) Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos.* São Carlos: Fundibio/Rima, 2003. p. 213-232.

CAVALCANTI, Paulina Maria Porto Silva. **Modelo de gestão da qualidade do ar – abordagem preventiva e corretiva.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. 252.m Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CAVATI, B.; FERNANDES, V. O. F. **Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno – Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal.** *Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 30, n. 4, p. 439-448, 2008.*

CLEMENTS, A. N. 1999. **The biology of mosquitoes: sensory reception and behaviour.** Wallingford, CABI, v.2., 740 p.

COFFMAN, W. P. & FERRINGTON, L. C., 1996. Chironomidae . In: Merritt, R. W. & Cummins, K. W. Eds. **Aquatic Insects of North America** . Kendall, Hunt Publishing Co Dubuque, IOWA, 721.

COLWELL, R. K., C. X. MAO, & J. CHANG. **Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves.** *Ecology* **85**, 2717-2727, 2004.

CONSOLI RAGB, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 1994.

CORBI, J. J. **Influência de práticas de manejo de solo sobre os macroinvertebrados aquáticos de córregos: ênfase para cultivo de cana-de-açúcar em áreas adjacentes.** 2006. 92f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos, 2006.

CORBI, J.J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Effects of land use on lotic chironomid communities of Southeast Brazil: emphasis on the impact of sugar cane cultivation.** Boletim do Museu Municipal do Funchal, n.13:93-100, 2008.

DIBBLE, E. D.P. & PELICICE F. M. **Influence of aquatic plant-specific habitat on an assemblage of small neotropical floodplain fishes.** *Ecology of Freshwater Fish*.19: 381– 389, 2010.

EATON, D.P. **Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade de água.** In: L. Cullen, R. Rudran & C. Valladares-Padua (eds.). **Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.** UFPR. Fundação O Bticário de Proteção à Natureza. Curitiba. Brasil. 43-67pp. 2003

ELNAIEM DA, WARD RD. **The thigmotropic oviposition response of the sandfly *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) to crevices.** *Ann Trop Med Parasitol* 86: 425-430, 1992.

ENRICH-PRAST, A., BOZELLI, R. L., ESTEVES, F. A. & MEIRELLES, F. P. **Lagoas costeiras da Restinga de Jurubatiba: descrição de suas variáveis limnológicas.** Em: *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: Ecologia, história natural e conservação* (Ed. Rocha, C. F. D., Esteves, F. A. & Scarano, F. R.), 374 pp. Rio de Janeiro. RiMa Editora. 2004

EPLER, J.H. **Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina - A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida.** Special Publication SJ2001- SP13. North Carolina Dept. of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka, FL. 526 pp, 2001.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**, 3^o Edição. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 2011

ESTEVEES, F. A. **Lagoa Imboassica: Impactos Antrópicos, Propostas Mitigadoras e Suas Importâncias para a Pesquisa Ecológica.** In: Esteves, F. A. (ed.). *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ).* NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p.401-429, 1998.

ESTEVEES, F.A. **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ).** Rio de Janeiro, Nupem/UFRJ: 464, 1998.

FEIJOÓ, C. S.; MOMO, F. R.; BONETTO, C. A.; TUR, N. M. **Factors influencing biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch.** in a pampasic stream. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 341, no. 1, p. 21-26, Dec. 1996.

FITTKAU, ERNST JOSEF. **"DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF AMAZONIAN CHIRONOMIDS (DIPTERA)."** *The Canadian Entomologist* 103.3: 407-413, 1971.

FORATTINI OP. **Entomologia médica.** São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo; 1962. v 1.

FROTA, LOR, CARAMASCHI EP **Aberturas artificiais da barra da lagoa Imboacica e seus efeitos sobre a fauna de peixes,** 1998. In: ESTEVEES, F. A. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ).** Rio de Janeiro, 464p

FURTADO, A. L. S., PETRUCIO, M. M. & ESTEVEES, F. A., **C, N, P and pheopigments in the sediment of a brazilian coastal lagoon, Macaé, Rio de Janeiro.** *Rev. Brasil. Biol.*, 57: 127-134, 1997.

GARCIA-CRIADO, F., E. BECARES & M. FERNANDEZ-ALAEZ. **Plantassociated invertebrates and ecological quality in some Mediterranean shallow lakes: Implications**

for the application of the E.C. Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 31-50, 2005.

GENTELINI, A.L.; GOMES, S.D.; FEIDEN, A.; ZENATTI, D.; SAMPAIO, S.C.; COLDEBELLA, A.. **Produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica.** *Ciências Agrárias*, 29: 441-448, 2008

GODDEERIS B.R., VERMEULEN A.C., DE GEEST E., JACOBS H., BAERT B. & OLLEVIER F. **Diapause induction in the third and fourth instar of *Chironomus riparius* (Diptera) from Belgian lowland brooks.** *Arch. Hydrobiol.*, 150, 307-327. 2001

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

GURSKI, F. A.; PINHA, G. D.; MORETTO, Y.; TAKEDA, A. M.; BUENO, N. C. **Effect of habitat heterogeneity in the composition and distribution of Chironomidae (Diptera) assemblage in different microhabitats of preserved streams in the Brazilian Atlantic Forest.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 26, n. 2, p. 163–175, 2014.

HAMADA, NEUSA; NESSIMIAN, JORGE LUIZ; QUERINO, RANYSE BARBOSA. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira : taxonomia, biologia ecologia.** Manaus : Editora do INPA, 2014.

HENRIQUES-DE-OLIVEIRA, C.; BAPTISTA, DF.; NESSIMIAN, JL. **Sewage input effects on the macroinvertebrate community associated to *Typha domingensis* Pers in a coastal lagoon in southeastern Brazil.** *Brazilian Journal of Biology*. vol.67 no.1 São Carlos Feb. 2007

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. **Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 181-188, 2008.

HOEHNE, F. C. **Relatório Annual do Instituto de Botânica.** São Paulo, Secretaria de Agricultura do Estado, 1948

HOLM, L.; YEO, R. **The biology control and utilization of aquatic weeds.** *Weeds Today*, p. 7-13, 1980.

HOYER, M. V. et al. **Florida freshwater plants: A handbook of common aquatic plants in Florida lakes**. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agriculture Sciences, 256 p, 1996.

JOHNSON. R. K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D. M. **Freshwater biomonitoring using individual organisms: populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates**. In: ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (Eds.) **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Nova Iorque: Chapman & Hall, 1993.

JORNAL O REBATE: **Chironomidae no Mirante da Lagoa**. Disponível em: <<http://www.jornalrebate.com.br/site/canais/macae-e-regiao/7434-chironomidae-no-mirante-da-lagoa>>. Acesso em 18/10/2014.

KENGNE I.M, BRISSAUD F., AMOUGOU AKOA., ETEME R.A., JEAN NYA, ALOMBA NDIKEFOR , THEOPHILE FONKOU. **Mosquito development in macrophytes-based wastewater treatment plant in Cameroon (Central Africa)**. In *Ecological Engineering* 21 (1). 53-61, 2003.

KISSMANN, K.G. & D. GROTH. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo II 978p, 1997.

KOSTECKE, R.M., SMITH, L.M. & HANDS, H.M. **Macroinvertebrate response to cattail management at cheyenne bottoms**. *Wetlands* 25(3):758-763, 2005.

KOSTEN S, HUSZAR VLM, MAZZEO N, SCHEFFER M, STERNBERG LDSL, JEPPESEN E. **Lake and watershed characteristics rather than climate influence nutrient limitation in shallow lakes**. *Ecol Appl* 19(7):1791–1804, 2009a.

KOUAMÉ M.K., DIETOA M.Y., EDIA E.O., DA COSTA S.K., OUATTARA A. AND GOURÈNE G. **Macroinvertebrate communities associated with macrophyte habitats in a tropical man-made lake (Lake Taabo, Côte d'Ivoire)**. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.*, 400, 1–8, 2011

LENCIONI VAND , ROSSARO B . **Microdistribution of chironomids (Diptera: Chironomidae) in Alpine streams: an autoecological perspective**. *Hydrobiologia* 533: 61–76, 2005

- LIN, Y. F.; JING, S. R.; LEE, D. Y.; CHANG, Y. F.; CHEN, Y. M. & SHIH, K. C. **Performance of a constructed wetland treating intensive shrimp aquaculture wastewater under high hydraulic loading rate.** Environmental Pollution. 134: 411-421, 2005.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais.** 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum. 440p, 1991.
- MACEDO-SOARES ,P.H.M.; CAMARA ,E.M; CARAMASCHI, E.P. **Efeito da abertura de barra de uma lagoa costeira sobre a comunidade de peixes no norte do Estado do Rio de Janeiro.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007
- MADSEN, T. V.; HAHN, P.; JOHANSEN, J. **Effects of inorganic carbon supply on the nitrogen requirement of two submerged macrophytes, *Elodea canadensis* and *Callitriche cophocarpa*.** Aquatic Botany, Amsterdam, v. 62, no. 2, p. 95-106, Oct. 1998.
- MADSEN, T. V.; SAND-JENSEN, K. **The interactive effects of light and inorganic carbon on aquatic plant growth.** Plant, Cell and Environment, Oxford, v. 17, p. 955-962, 1994.
- MAIER, M. H. Considerações **sobre características limnológicas de ambientes lóticos.** Bolm. Inst. Pesca, 5: 75-90, 1978.
- MAROTTA, H.; BENTO, L.; ESTEVES, F.A.; PRAST-ENRICH, A. **Whole Ecosystem Evidence of Eutrophication Enhancement by Wetland Dredging in a Shallow Tropical Lake.** Estuaries and Coasts 32:654–660, 2009.
- MARTINS, D., CARBONARI, C.A., TERRA, M.A. e MARCHI, S.R. **The effect of Adjuvants on Glyphosate Absorption and Translocation in Water Hyacinth.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 155-163, 2009.
- MARTINS, R. T.; SILVEIRA, L. S.; ALVES, R. G. **Colonization by oligochaetes (Annelida: Citellata) in decomposing leaves of *Eichhornia azurea* (SW.) Kunth (Pontederiaceae) in a tropical lentic system.** Annales de Limnologie – International Journal of Lymnologi, Santa Fé, v. 47, p. 339-346, 2011.
- MARTINS, T.; PITELLI, R.A. **Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos.** Planta Daninha, 23: 233-242. , 2005.

MELO, S., BOZELLI, R.L., ESTEVES, F.A. **Temporal and spatial fluctuations of phytoplankton in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil.** Brazilian Journal. Biology, 67(3): 475-483, 2007

MCARDLE, B.H; ANDERSON, M.J. **Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis.** Ecology 82: 290–297, 2001.

MCCUNE B; GRACE J.B. **Analysis of Ecological Communities, Gleneden Beach, Oregon USA,** 2002.

MOLLER-PILLOT, H. K. M. **Chironomidae Larvae, Volume 3: Biology and Ecology of the Aquatic Orthoclaadiinae.** KNNV, Zeist, Holanda, 2013.

MORENO, J. L.; NAVARRO, C.; LAS HERAS, J. D. **Abiotic ecotypes in south-central Spanish rivers: Reference conditions and pollution.** Environmental Pollution, v. 143, p. 388-396, 2006.

PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; ESTEVES, F. A. **Efeito de perturbações antrópicas sobre as comunidades de macrófitas e de macroinvertebrados associados (Lagoa Imboassica, RJ).** Brazilian Journal of Ecology, v. 11, p. 26-32, 2007.

PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; TRINDADE, C. R. T.; FURLANETTO, L. M. ACOSTA, M. C. **Use of Eichhornia crassipes (Mart.) Solms for Phytoremediation of shallow subtropical lakes.** PERSPECTIVA, Erechim. v.36, n.133, p.73-81, 2012.

PANATTA, A.; STENERT, C.; FREITAS, S.M.F.; MALTCHIK, L. **Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the coastal plain in the south of Brazil.** Limnology, 7: 23-30, 2006.

PANOSSO, R. F., ATTAYDE, J. L & MUEHE, D. **Morfometria das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus; Implicações para seu Funcionamento e Manejo.** In: Esteves, F. A. (ed.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p.91-108, 1998.

PEIRÓ, D.F. AND ALVES, R.G. **Aquatic insects associated with macrophytes of littoral region of Ribeirão das Anhumas reservoir (Américo Brasiliense, São Paulo State, Brazil).** Biota Neotrop. May/Aug. vol. 6, no. 2, 2006.

POI de NEIFF, A. & NEIFF, J.J. **Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la Planicie de Inundación del Río Paraná.** Interciencia, 31(3): 220-225, 2006.

POI DE NEIFF, A., AND R. CARIGNAN. **Macroinvertebrates on Eichhornia crassipes roots in two lakes of the Paraná River floodplain.** Hydrobiologia 345:185–196, 1997.

POLOMSKI, R. F.; TAYLOR, M. D.; BIELENGER, D. G.; BRIDGES, W. C.; KLAINÉ, S. J. & WHITWELL, T. **Nitrogen and phosphorus remediation by three floating aquatic macrophytes in greenhouse-based laboratory-scale subsurface constructed wetlands.** Water Air Soil Pollution. 197: 223-232, 2009.

RESH, V. H & J. K. JACKSON. **Rapid assessment Approach to Biomonitoring Using Benthic Macroinvertebrates.** In ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. (eds). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** Chapman & Hall. New York, 1993.

RESSIGUIER. *Atividade Petrolífera e Impactos no Espaço Urbano do Município de Macaé/RJ – 1970/2010.* Dissertação (Mestrado) – Universidade Cândido Mendes, Campos dos Goytacazes, 2011. 113 p.

ROSENBERG, D. M. & V. H. RESH. **Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** Chapman & Hall, New York, 1993.

ROSIN, G. C., MANGAROTTI, D. P. O., TAKEDA, A. M. **Chironomidae (Diptera) community structure in two subsystems with different states of conservation in a floodplain of southern Brasil.** Acta Limnologica Brasiliensia (online): v.22, n.5, 2010.

SAMI ULLAH BHAT, GOWHAR AHMAD DAR, AADIL HAMID SOFI, NASEER AHMAD DAR AND ASHOK K. PANDIT. **Macroinvertebrate Community Assosciations on Three Different Macrophytic Species in Manasbal Lake.** Research Journal of Environmental Sciences, 6: 62-76. 2012.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. **Habitat preferences of Chironomidae larvae in an upland stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil.** Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 26: 2141–2144, 1998.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. **Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhiço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil)**. Revista Brasileira de Entomologia, v. 52, n. 1, p. 95-104, mar. 2008.

SAULINO, H.H.L.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia azuera* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae) em uma lagoa marginal no Pantanal, MS**. Biotemas, 27 (3): 65-72. 2014.

SILVA, C.V. & HENRY R. **Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil)**. Brazilian Journal of Biology, 73(1): 149-162, 2013.

SILVA, Newton Tiago de castro. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d' Armas, DF**.2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento da qualidade da água em rios**. Meio Ambiente. Documentos n. 36, Embrapa, 2004, 68 p.

SINDILARIU, P. D.; BRINKER, A. & REITER, R. **Factors influencing the efficiency of constructed wetlands used for the treatment of intensive trout farm effluent**. Ecological Engineering. 35: 711–722, 2009.

SIQUEIRA, T.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Diversidade de Chironomidae (Diptera) em dois córregos de baixa ordem na região central do Estado de São Paulo, através da coleta de exúvias de pupa**. Revista Brasileira de Entomologia, v. 49, n. 4, p. 531-534, Dez. 2005.

SHELEF, O.; GROSS, A.; RACHMILEVITCH, S. **Role of plants in a constructed wetland: current and new perspectives**. Water, v. 5, n. 2, p. 405-419. 2013. DOI: 10.3390/w5020405

SMITH, V.H.; JOYE, S.B.; HOWARTH, R.W. **Eutrophication of freshwater and marine ecosystems**. Limnology and Oceanography ,v. 51, p. 351-355, 2006

SMITH, VH. e SCHINDLER, DW. **Eutrophication science: where do we go from here?** Trends in Ecology and Evolution, vol. 24, no.4, p. 201-207, 2009.

SPENCER, W. e BOWES, G. **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, 1993.

STEGMANN, L.F.; SILVA, K. M. S.; LUZ S. C. S.; SILVA, A. K. M.; FRANÇA E. J.; EL-DEIRA, C. A.; & SEVERI, W.. **Composição ictiofaunística dos seis tributários submédio do Rio São Francisco, Brasil**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG.2. 2007

STEPHAN, N. N. C. **Distribuição especial e temporal dos insetos aquáticos e oligochatea aquáticos da sub-bacia do Córrego São Pedro, Juiz de Fora, MG**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

SPONSELLER, R.A.; E.F. BENFIELD & H.M. VALETT. **Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities**. *Freshwater Biology*, Oxford, 46: 1409-1424. 2001.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução a Sedimentologia**. Edgar Bluncken, EDUSP, São Paulo.

SUZUKI, M.S.; OVALLE, A. R. C.; PEREIRA, E. A. **Effects of sand bar openings on some limnological variables in a hypertrophic tropical coastal lagoon of Brazil**. *Hydrobiologia*, 368: 111–122. 1998.

THOMAZ, S.M.; DIBBLE, E.D.; EVANGELISTA, L.R.; HIGUTI, J. & BINI, L.M.. **Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons**. *Freshwater Biology*, 53: 358-367. 2008.

THOMAZ S.M., MAURICIO L. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas** Bini, editores. -- Maringá : EDUEM,. i iv, 341 p, 2003.

THOMAZ, R.D.; KIIFER, W.P.; FERREIRA Jr., P.D. & SÁ, F.S.A. **sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, ES**. *Natureza on line*, 6(1): 1-8, 2008.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. **Goeldichironomus neopictus, a new species from the Southeast of Brazil: description and bionomic information (Insecta, Diptera, Chironomidae)**. *Spixiana* 21: 271–278, 1998.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e diagnose de gêneros.** PPG-ERN/ UFSCar, São Carlos, 1995

TRIVINHO-STRIXINO, S. **Larvas de Chironomidae: guia de identificação.** São Carlos: Depto. de Hidrobiologia/Lab. Entomologia Aquática/UFSCAR,. 371 p. 2011

TRIVINHO-STRIXINO, S.; CORREIA, L.C.S.; SONODA, K. **Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Sation, Luiz Antônio, SP, Brazil).** Rev. Brasil. Biol., 60 (3): 527-535, 2000.

VIEIRA, L. J. S., ROSIN, G. C., TAKEDA, A. M., LOPES, M. R. M., SOUSA, D. S. **Studes in Shouth-Occidental Amazon: contribution to the knowledge of Brazilian Chironomidae (Isecta: Diptera).** Acta Scientiarum. Biological Sciences: v.34, n.2, p. 149-153, 2012.

WETZEL, R.G. AND LIKENS, G.E, **Limnological Analysis.** 2nd Edition, Springer Verlag, New York. 391p, 1991.

WETZEL, R.G. **Limnology, Lake and river ecosystems.** Academic Press, San Diego, USA, 2001

WETZEL, R.G. **Limnologia.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 919p. ., 1993.