



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS I

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ISLAYNE RAYLLA DOS SANTOS SILVA

**VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA INFLUENCIAM ATRIBUTOS
FUNCIONAIS DE LARVAS DE CHIRONOMIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM
RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

CAMPINA GRANDE – PB

2020

ISLAYNE RAYLLA DOS SANTOS SILVA

**VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA INFLUENCIAM ATRIBUTOS
FUNCIONAIS DE LARVAS DE CHIRONOMIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM
RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

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

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Joseline Molozzi

Co-orientador (a): Msc. Franciely Ferreira Paiva

CAMPINA GRANDE – PB

2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586v Silva, Islayne Raylla dos Santos.
Variáveis físicas e químicas da água influenciam atributos funcionais de larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) em reservatórios do semiárido [manuscrito] / Islayne Raylla dos Santos Silva. - 2020.
40 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Joseline Molozzi, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Chironomidae. 2. Variáveis ambientais. 3. Qualidade da água. I. Título

21. ed. CDD 577.6

ISLAYNE RAYLLA DOS SANTOS SILVA

VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA INFLUENCIAM ATRIBUTOS
FUNCIONAIS DE LARVAS DE CHIRONOMIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM
RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

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

Área de concentração: Ecologia.

Aprovada em: 15/12/2020.

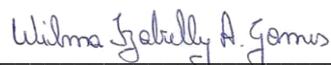
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Joseline Molozzi (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a. Dr^a. Wilma Izabelly Ananias Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Bendize, ó minha alma, ao Senhor,
e tudo que há em mim bendiga o seu santo nome.

Bendize, ó minha alma, ao Senhor,
e não te esqueças de nenhum de seus benefícios.

(Salmos 113:1-2)

A minha mãe Da Guia e
Tia Ivete, motivos da minha
Persistência e coragem!

Ao meu melhor amigo,
Antonio Carlos!

A vocês dedico o meu trabalho!

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 METODOLOGIA | 11 |
| 2.1 <i>Área de estudo e delineamento amostral</i> | 11 |
| 2.2 <i>Coleta e identificação das larvas de Chironomidae</i> | 12 |
| 2.3 <i>Parâmetros físicos e químicos da água</i> | 13 |
| 2.4 <i>Seleção dos Atributos Funcionais</i> | 13 |
| 2.5 <i>Análise de Dados</i> | 14 |
| 3 RESULTADOS | 14 |
| 4 DISCUSSÃO | 21 |
| 5 CONCLUSÃO | 24 |
| REFERÊNCIAS | 24 |

VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA INFLUENCIAM ATRIBUTOS FUNCIONAIS DE LARVAS DE CHIRONOMIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Islayne Raylla dos Santos Silva*

RESUMO

A análise de variáveis físicas e químicas da água fornece informações sobre a situação atual do ambiente. O objetivo deste estudo foi avaliar como as variáveis físicas e químicas da água influenciam grupos de alimentação e o tamanho do corpo de Chironomidae em reservatórios semiáridos. Esse trabalho foi realizado em duas bacias hidrográficas, bacia Piranhas-Açu, Estado do Rio Grande do Norte, nos reservatórios Passagem das Traíras e Sabugí e na Bacia do rio Paraíba, Estado da Paraíba, nos reservatórios Cordeiro e Sumé, nos meses de junho e setembro de 2019. As coletas foram realizadas em 15 pontos amostrais, totalizando 30 pontos de amostragem por bacia hidrográfica. Foi utilizada a análise de ordenação RLQ para identificar as principais associações entre as variáveis ambientais (R), abundância das larvas de Chironomidae (L) e os atributos funcionais (Q). Foram identificadas 1.735 larvas de Chironomidae, destas 148 pertencentes à subfamília Tanypodinae e 1.557 à subfamília Chironominae. Os organismos foram distribuídos em 21 gêneros, entre os mais abundantes está *Goeldichironomus* (1.122 organismos). Diferenças significativas foram observadas para a abundância das espécies entre as bacias Piranhas-Açu e Paraíba ($p < 0,0001$) e também entre os reservatórios ($p < 0,0001$). Houve diferenças significativas nas variáveis ambientais entre as bacias ($p < 0,0001$) e entre os reservatórios ($p < 0,0001$). Não houve correlação significativa entre as variáveis ambientais e o grupo alimentar coletor-coletor, mas entre as variáveis e o grupo alimentar predador, o que pode estar relacionado às condições generalistas dos organismos e às condições ambientais. As análises de RLQ dos reservatórios mostraram que as variáveis como fósforo total e turbidez influenciaram a ocorrência de organismos com tamanho do corpo G2, em ambas as bacias hidrográficas. Dessa forma, os resultados sugerem que os Chironomidae são capazes de responder às alterações ambientais na qualidade da água determinando a composição da comunidade em um determinado ambiente.

Palavras-chave: Chironomidae. Atributos funcionais. Variáveis ambientais. Qualidade da água.

*Aluna de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
Email: islayneraylla@gmail.com

**PHYSICAL AND CHEMICAL VARIABLES OF WATER INFLUENCE
FUNCTIONAL ATTRIBUTES OF LARVAS OF CHIRONOMIDAE (INSECTA:
DIPTERA) IN RESERVOIRS OF THE SEMI-ARID.**

ABSTRACT

The analysis of physical and defined variables of water consistent information about the current situation of the environment. The aim of this study was to evaluate how physical variables and water molecules influence food groups and the body size of Chironomidae in semiarid reservoirs. This work was carried out in two hydrographic basins, Piranhas-Açu basin, State of Rio Grande do Norte, in the Passagem das Traíras and Sabugí reservoirs and in the Paraíba River Basin, Paraíba State, in the Cordeiro and Sumé reservoirs, in the months of June and September 2019. Collections were carried out at 15 sampling points, totaling 30 sampling points per hydrographic basin. An RLQ ordering analysis was used to identify the main associations between environmental variables (R), the abundance of Chironomidae larvae (L) and the assigned attributes (Q). 1.735 Chironomidae larvae were identified, these 148 belonging to the subfamily Tanyptodinae and 1.557 to the subfamily Chironominae. The organisms were distributed in 21 genera, among the most abundant is *Goeldichironomus* (1.122 organisms). Important differences were observed for species abundance between the Piranhas-Açu and Paraíba basins ($p = <0.0001$) and also between the reservoirs ($p = <0.0001$). There are significant differences in environmental variables between basins ($p = <0.0001$) and between reservoirs ($p = <0.0001$). There was no significant difference between the environmental variables and the collector-collector food group, but between the variables and the predator food group, which may be related to the general conditions of the organisms to the environmental conditions. The RLQ analyzes of the reservoirs induced that variables such as total phosphorus and turbidity cause the occurrence of organisms with body size G2, in both hydrographic basins. Thus, the results obtained in Chironomidae are able to respond to environmental changes in water quality by determining the composition of the community in a given environment.

Keywords: Chironomidae. Functional attributes. Environmental variables. Water quality.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro apresenta reservatórios artificiais que são resultados do represamento de um rio em uma bacia hidrográfica (BARBOSA et al., 2012), esses são utilizados para diversos usos como a dessedentação de animais, irrigação, piscicultura, abastecimento público (LIMA et al., 2012), geração de energia elétrica e outros fins (TUNDISI, 2006). Os reservatórios possuem funções ecológicas, sociais e econômicas (TUNDISI et al., 2008) e são formados de uma rede de interação complexa entre espécies, populações, comunidades e seu ambiente físico e químico (TUNDISI, 1999). A sua construção e o seu uso múltiplo promovem modificação e destruição de habitats, alterações na composição química da água e aceleram o processo de eutrofização (PRADO; NOVO, 2007; TUNDISI, 2008; SIMAIKA; SAMWAYS, 2011). Ademais, as intensas atividades antrópicas no seu entorno ocasionam uma redução da disponibilidade de habitats para a biota aquática, diminuindo a biodiversidade (ALLAN, 2004; MOLOZZI et al., 2011) e, conseqüentemente, a qualidade ambiental.

Devido à importância que esses sistemas apresentam para a população, os reservatórios estão mais suscetíveis à poluição causada por ações antrópicas (HEPP; RESTELLO, 2007). Nesse sentido, a conservação e preservação dos reservatórios são essenciais, uma vez que apresentam uma grande diversidade biológica, sendo importantes para a manutenção das populações humanas do seu entorno (ABÍLIO et al., 2007). Desse modo, esses ambientes podem apresentar problemas que comprometem sua qualidade, tais como: eutrofização, salinização, propagação de doenças veiculadas pela água, problemas sanitários (ABÍLIO, 2002; ABÍLIO et al., 2006) e perda da biodiversidade relacionada à degradação ambiental e à introdução de espécies exóticas (LOCKWOOD et al., 2005).

Em corpos hídricos, como os reservatórios, o aporte de efluentes resultantes das atividades industriais e agrícolas modificam as características limnológicas das águas, podendo reduzir a concentração de oxigênio dissolvido, aumentando as concentrações de nutrientes levando a variações abruptas de pH e afetando a turbidez da água, resultando em alterações no ecossistema aquático que podem afetar a biota (ZALIDIS et al., 2002; KONIG et al., 2008; CESTEB, 2009). O aumento de nutrientes como o nitrogênio e fósforo pode provocar mudanças nas comunidades aquáticas (VOLLENWEIDER & KERKES 1982; PREPAS & CHARETTE, 2003;

NAVARRO et al., 2009; LI et al., 2012; PAERL, 2009), além disso, o aumento da temperatura da água e redução na disponibilidade de oxigênio dissolvido causam a perda de táxons mais sensíveis, inclusive alguns invertebrados fragmentadores (COUCEIRO et al., 2007).

Na região semiárida, fatores como a intermitência dos rios, as altas taxas de evapotranspiração e características de relevo da bacia de drenagem, tendem a aumentar os níveis de nutrientes e o tempo de residência da água nos reservatórios, favorecendo a eutrofização (COSTA et al., 2009; FREITAS; RIGHETTO; ATTAYDE, 2011; OLIVEIRA, 2012; MEDEIROS et al., 2015). Dessa maneira, à medida que as concentrações de nutrientes como nitrogênio e fosfato aumentam nesses sistemas, favorecem a redução da biodiversidade aquática e a deterioração da qualidade de água (BARBOSA et al., 2006). Estudos já verificaram que em reservatórios as elevadas concentrações de nitrito, ortofosfato e fósforo total indicam enriquecimento orgânico, o que pode causar floração do fitoplâncton (MUHID et al., 2013). Tais concentrações causam modificação da transparência e turbidez da água, com alteração simultânea de seu gosto e odor (TORGAN, 1989). As baixas concentrações de nitrato estão relacionadas aos locais com melhor qualidade ambiental; como também locais mais impactados são influenciados por maiores concentrações de nutrientes inorgânicos, como amônia e fosfato (FEIO et al. 2010; CAMARGO et al., 2011).

A análise de apenas variáveis físicas e químicas da água fornece informações sobre a situação atual do ambiente (GOULART & CALLISTO, 2003). Por outro lado, a utilização de comunidades aquáticas pode fornecer informações sobre a saúde do ecossistema (MOLOZZI et al., 2012). Alguns organismos têm sido utilizados como bioindicadores de qualidade da água em todo o mundo em razão de suas características fisiológicas e morfológicas (REMOR et al., 2013), como é o caso dos macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos são muito sensíveis às variações ambientais que ocorrem nos ecossistemas aquáticos (HEPP; RESTELLO, 2007), participando da ciclagem de nutrientes e diminuindo gradativamente as partículas orgânicas que mais tarde sofrerão ação de fungos e bactérias (CALLISTO & ESTEVES, 1995). Ademais, participam também do fluxo de energia do ecossistema tornando-se um elo entre os produtores e consumidores, compondo a maior parte dos recursos alimentares para os demais organismos como peixes e alguns grupos de aves

(CUMMINS & MERRITT, 1996). Dessa maneira, os organismos bentônicos respondem diferentemente a um amplo espectro de nível e tipos de poluição, podendo apresentar alterações morfológicas causadas pelo longo período de exposição a determinados poluentes (REICE & WOHLLENBER, 1993; ARIAS et al., 2007).

A família Chironomidae é um dos principais constituintes da fauna bentônica de água doce (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO 1998). O sucesso dessa família, na exploração de uma vasta gama de condições tróficas em ecossistemas aquáticos, é uma consequência da sua grande capacidade de adaptação fisiológica, o que permite que os indivíduos vivam em ambientes onde temperatura, pH, oxigênio dissolvido, poluição, salinidade, profundidade e produtividade variem amplamente (HELSON et al., 2006). Além disso, alguns gêneros dessa família são sensíveis a aumento de temperatura, pH, salinidade e trofia (CRANSTON, 1995), como também a alterações na qualidade da água, enquanto outros apresentam estratégias adaptativas capazes de tolerar baixas concentrações de oxigênio (ODUME; MULLER, 2011). Logo, essas características tornam os quironomídeos organismos eficientes para a avaliação da qualidade da água em reservatórios (TAKAHASHI et al., 2008), podendo ser utilizadas como uma importante ferramenta preditiva na avaliação dos possíveis efeitos da redução da diversidade funcional no funcionamento do ecossistema (CARDINALE et al., 2006; VOß & SCHAFE, 2017).

Atualmente, abordagens funcionais surgiram com o potencial de explicar a resposta das espécies a condições ambientais, distúrbios e interações bióticas, bem como seus resultados nos processos ecossistêmicos (MASON et al., 2007; MOUCHET et al., 2010; MOUILLOT et al., 2013; KUZMANOVIC et al., 2017). Nesse sentido, a abordagem funcional é baseada em atributos (características) morfológicos, fisiológicos, comportamentais, ecológicos, e de história de vida que são relacionados ao organismo e, portanto, fornecem informações sobre a utilização dos recursos e as condições do habitat das espécies (MASON et al., 2007; VIOLLE et al., 2007). Desse modo, o uso desses atributos possibilita entender claramente a função que as espécies exercem no funcionamento do ecossistema (PETCHEY, GASTON, 2006).

Diferentes características dos organismos podem fornecer informações sobre mudanças funcionais no espaço e no tempo em resposta à variação ambiental (FEIO et al., 2015) e aos atributos funcionais, como grupos de alimentação e o tamanho do corpo

são importantes, pois são relacionados ao desempenho e à aptidão das espécies e às variações em condições ambientais (FEIO et al., 2015). Ao longo dos anos, estudos voltados à consideração da ecologia das larvas de Chironomidae e aos seus hábitos alimentares têm se tornado cada vez mais expressivo (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1998; SANSEVERINO & NESSIMIAN, 1998, 2001; NESSIMIAN et al., 1999; ROQUE & TRIVINHO-STRIXINO, 2001; HENRIQUES-OLIVEIRA et al., 2003; ROQUE et al., 2005; SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2008; BUTAKKA et al., 2014). Grupos de alimentação de dípteros podem estar relacionados à disponibilidade de recursos, oferecendo informações sobre os mecanismos que impulsionam a diversidade do ecossistema (SERRA et al., 2017a). Variáveis como a temperatura, além do regime de fluxo e o pH podem influenciar indiretamente espécies de Chironomidae em sua distribuição, regulando a disponibilidade de alimentos, capacidade, quantidade e qualidade (LENCIONI, 2007 & VALLENDUUK; PILLOT, 2007). Estudos já mostraram que concentrações elevadas de turbidez e sólidos totais dissolvidos favorecem organismos coletores-coletores (BUTAKKA et al., 2016; COSTA et al., 2016).

Muitos estudos demonstraram que os parâmetros físicos e químicos da água influenciam a composição e abundância de Chironomidae (OLIVER, 1971; BOTTS, 1997; HELSON et al., 2006; ENTREKIN et al., 2007). Dessa maneira, características funcionais relacionadas aos hábitos alimentares das espécies fornecem informações sobre a distribuição de energia no ambiente, disponibilidade e utilização de recursos alimentares (FEIO; DOLÉDEC, 2012). Assim, variáveis limnológicas como turbidez, oxigênio dissolvido, pH, nitrato e fósforo total nos corpos d'água têm sido estudadas para melhor compreensão dos processos de modificação ou degradação ambiental, podendo fornecer respostas de suas condições ecológicas (TRINDADE, 2011).

Com relação às características morfológicas, elas podem representar a influência direta ou indireta das relações entre organismos e ambiente (VIOLLE et al., 2007). O tamanho do corpo é um atributo que pode ser influenciada pelos fatores físicos e químicos da água, pois as altas concentrações de oxigênio dissolvido, fósforo e nitrogênio total no ambiente aquático propiciam a ocorrência de espécies generalistas (DEATH & WINTERBOURN, 1995; STRIXINO & TRIVINHO-STRIXINO, 1998; ESTEVES, 2011), com tamanhos de corpo menores (FEIO et al., 2015). Além disso, o tamanho do corpo varia de acordo com a dinâmica dos processos ecológicos locais,

estando associado à história de vida de uma espécie (XU et al. 2016) e também varia de acordo com a perturbação ambiental (BASSET; ANGELIS, 2007; BOETS et al., 2013).

A diminuição de organismos de maior tamanho pode ser um resultado indireto do aumento da temperatura com um menor volume de água e aumento do nível de degradação (MELO et al., 2017). Isso pode favorecer os indivíduos menores (DAUFRESNE et al., 2009), visto que indivíduos de menor tamanho normalmente crescem e reproduzem rapidamente. Dessa forma, pode indicar uma seleção de espécies estrategistas com maior capacidade de renovar a comunidade sob condições de perturbação (BONADA et al., 2007; CLAVEL et al., 2011). Contudo, organismos de tamanhos de corpo menores conferem maior resiliência, após distúrbios antrópicos, pois estão associados a ciclos de vida curtos e maior número de descendentes, permitindo a rápida colonização de locais perturbados (FEIO et al., 2015).

Sendo assim, os Chironomidae são capazes de responder a mudanças físicas e químicas da água, e essas mudanças podem determinar a composição da comunidade em um determinado ambiente. Considerando a importância da comunidade bentônica na estrutura e dinâmica dos ecossistemas aquáticos e seu relevante papel como indicador biológico da qualidade ambiental, este estudo tem por objetivo avaliar como as variáveis físicas e químicas da água influenciam grupos de alimentação e o tamanho do corpo das larvas de Chironomidae em reservatórios do semiárido, testando a seguinte hipótese: as variáveis físicas e químicas da água influenciam a distribuição de grupos alimentares e o tamanho do corpo de Chironomidae, visto que as concentrações de ortofosfato, fósforo total, turbidez, amônia, pH, sólidos totais dissolvidos, nitrato e salinidade aumentam, haverá mudança na composição funcional da comunidade e terá ocorrência de organismos com tamanho do corpo menor e grupo alimentar do tipo coletor-coletor.

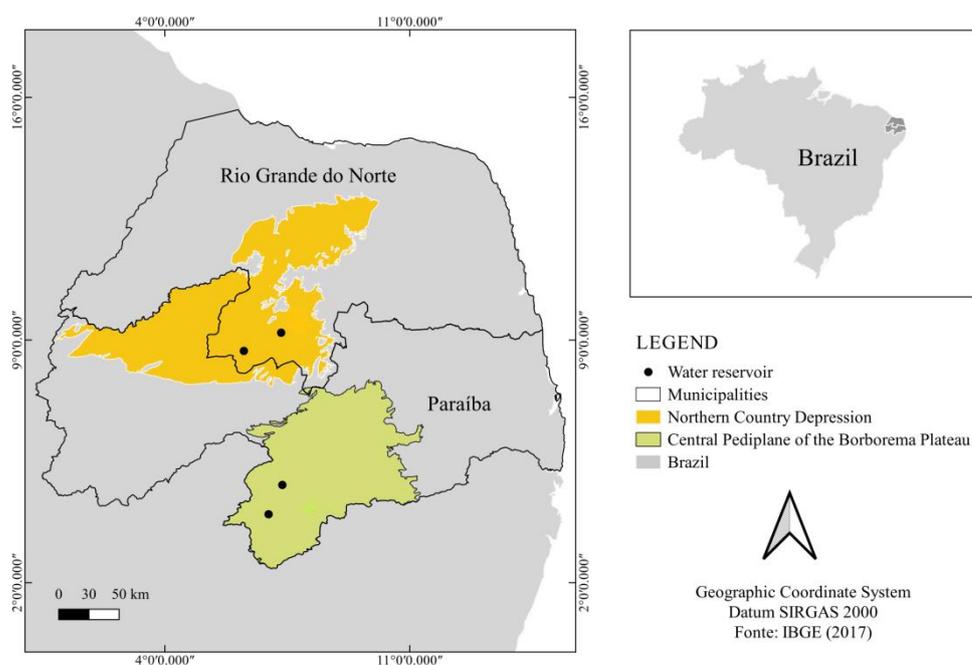
2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e delineamento amostral

Este estudo foi realizado em quatro reservatórios localizados no nordeste brasileiro: dois reservatórios na Bacia Hidrográfica de Piranhas-Açu, localizada no estado do Rio Grande do Norte, e dois reservatórios Bacia Hidrográfica da Paraíba (estado da Paraíba). Em cada reservatório foram distribuídos 15 pontos amostrais,

totalizando 30 pontos de amostragem por bacia hidrográfica. As coletas foram realizadas em junho de 2019 nos reservatórios Sabugí e Passagem das Traíras (Rio Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte). No estado da Paraíba, as coletas foram realizadas em setembro de 2019 nos reservatórios Cordeiro e Sumé (Rio Paraíba) (Figura 1). O clima da região é BSh (semiárido) de acordo com a classificação de Köppen – Geiger, com uma precipitação média de 400 mm/ano para Rio Paraíba e 800 mm/ano para o rio Piranhas-Açu. Nas duas bacias hidrográficas, a temperatura mínima do ar varia entre 18 e 22°C (julho e agosto) e a temperatura máxima entre 28 e 31°C (novembro e dezembro) (ALVARES et al., 2013). Nas regiões, o período chuvoso tem uma duração de cerca de três meses (geralmente de fevereiro a abril) (ALVARES et al. 2013).

Figura 1: Distribuição dos pontos de amostragem (pontos pretos) nos reservatórios das Bacias Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte) e Paraíba (Paraíba), região semi-árida brasileira.



Fonte: Laboratório de Ecologia de Bentos – UEPB.

2.2 Coleta e identificação das larvas de Chironomidae

As larvas de Chironomidae foram coletadas na região litorânea em cada local de amostragem com uma draga Eckman-Birge (área 225cm²) e foram fixadas *in situ* com formaldeído a 4%. No laboratório, as amostras foram lavadas com peneiras de malha de 0,5 mm, posteriormente, os organismos foram triados e identificados com auxílio de microscópio. Os organismos foram identificados até nível de gênero através de chaves

de identificação especializadas (PETERSON, 1960; TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 1995; TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

2.3 Parâmetros físicos e químicos da água

Em campo, em cada ponto amostral, foi avaliada a transparência da água utilizando o disco de Secchi e com auxílio de um multi-analizador (Horiba/U-50) foi mensurada temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (OD mg/L) e % de sólidos totais dissolvidos (STD g/L) e potencial oxi-redox (ORP mV). A profundidade foi avaliada através do profundímetro. Para análises das concentrações de nutrientes, um litro de água foi coletado na sub-superfície de cada ponto e em laboratório foi estimado as concentrações de fósforo total (PT $\mu\text{g}/\text{L}$), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-) e amônia (NH_4), de acordo com APHA (2015).

2.4 Seleção dos Atributos Funcionais

Foram utilizados dois atributos funcionais distribuídos em 7 categorias: grupos alimentares e tamanhos do corpo (Tabela 1). Estes atributos são considerados sensíveis, pois refletem características ambientais locais (TRIVINHO-STRIXINO 2011; FEIO: DOLÉDEC, 2012; BOETS et al., 2013). Com relação aos grupos alimentares, os táxons foram divididos em três classes: filtradores-coletores, coletores-coletores e predadores (HENRIQUES-OLIVEIRA et al., 2003; SILVA et al., 2008; BUTAKKA et al., 2014; SAULINO et al., 2016) (Tabela 2). O tamanho corporal foi obtido através da medida de cada espécime com o auxílio de uma lupa com uma régua adaptada em milímetro. Cada espécime foi medido a partir da porção inicial da cabeça até a porção final do abdômen. Não incluímos estruturas como antenas, pseudópodos e túbulos anais, pois poderíamos aumentar o risco de erro na medição dos indivíduos, visto que alguns apresentam antena retrátil ou variação no tamanho de túbulos anais e abdominais, estas estruturas podem ser perdidas ou danificadas no processamento das amostras. Os organismos agrupados em quatro categorias, conforme proposto por Serra et al. (2015): G1: <2,5mm; G2: 2,5 – 5mm; G3: 5,0 – 10mm e G4: 10 – 20mm.

Tabela 1: Relação dos traços funcionais que foram selecionados e respectivas Categorias e Códigos das larvas de Chironomidae coletadas na bacia do rio Piranhas-Açu, Estado do Rio Grande do Norte e bacia do rio Paraíba, Estado da Paraíba, nordeste do Brasil.

| Atributos | Categorias | Códigos | Referências |
|-----------|------------|---------|-------------|
|-----------|------------|---------|-------------|

| | | | |
|---------------------------|-----------------------|----|--|
| Grupos alimentares | Filtradores-coletores | FC | Henriques-Oliveira et al., (2003); Silva et al., (2008); Butakka et al., (2014); Saulino et al., (2016). |
| | Coletores-coletores | CC | |
| | Predadores | PR | |
| Tamanho do Corpo | < 2.5mm | G1 | Serra et al. (2015). |
| | 2.5–5mm | G2 | |
| | 5.0–10mm | G3 | |
| | 10–20mm | G4 | |

Fonte: Azevêdo et al., 2019. Adaptado.

2.5 Análise de Dados

Para identificar relações entre os atributos funcionais de Chironomidae e as características ambientais foi realizada uma análise RLQ. Esta análise gera ordenações que combinam a matriz de variáveis ambientais (R), abundância da comunidade (L) e atributos de comunidade (Q) (DOLÉDEC et al., 1996), inferindo como a comunidade distribuição e seus atributos variam ao longo dos gradientes ambientais. Complementarmente, o “fourth-corner method” (9999 permutações) (DRAY et al., 2014) e “false discovery rate method” (FDR) para correção de p os valores foram realizados para testar se as correlações entre as variáveis ambientais e as características eram significativas. Com isso, houve a seleção do modelo 6, que combina dois métodos de permutação (modelo 2 e modelo 4) para analisar a significância entre características e variáveis ambientais (DRAY et al., 2014). A análise RLQ e os métodos FDR foram realizados no Software R (The R Development Core Team, 2016), usando os pacotes *vegan* e *FD*.

3 RESULTADOS

Um total de 1.735 larvas de Chironomidae foram coletadas e medidas, destas 148 pertencem à subfamília Tanypodinae e 1.557 à subfamília Chironominae (Tabela 2). Os organismos foram distribuídos em 21 gêneros, entre os mais abundantes estão: *Goeldichironomus* 1.122 organismos, *Asheum* 179 organismos e *Aedokritus* 99 organismos. Os resultados mostraram que a abundância entre as bacias Piranhas-Açu e

Paraíba foi significativamente diferente (PerMANOVA: Pseudo- $F_{1,50}=4,40$; $p < 0,0001$) e também entre os reservatórios (PerMANOVA: Pseudo- $F_{2,50}=4,35$; $p < 0,0001$). Em relação às variáveis ambientais, os resultados mostraram que houve diferenças significativas nas variáveis entre as bacias (PerMANOVA: Pseudo- $F_{1,50}=71,46$; $p < 0,0001$) e entre os reservatórios (PerMANOVA: Pseudo- $F_{2,50}=58,46$; $p < 0,0001$).

Tabela 2: Lista de gêneros de Chironomidae coletados na bacia do rio Paraíba e bacia do rio Piranhas-Açu, nordeste do Brasil, durante os meses de junho e setembro de 2019. Valores de abundância (n° de indivíduos). * sem valores registrados.

| Táxons | Bacia Piranhas-Açu | | Bacia Paraíba | |
|---|--------------------|----------------------|---------------|------|
| | Sabugí | Passagem das Traíras | Cordeiro | Sumé |
| Chironomidae | | | | |
| Chironominae | | | | |
| <i>Aedokritus</i> (Roback, 1958) | 2 | 24 | 72 | 1 |
| <i>Alotanypus</i> (Roback, 1971) | * | 4 | * | * |
| <i>Asheum</i> (Sublette, 1964) | 133 | 16 | 28 | 2 |
| <i>Beardius</i> (Reiss & Sublette, 1985) | 1 | * | * | * |
| <i>Chironomus</i> (Meigen, 1803) | 8 | * | 1 | 1 |
| <i>Cladopelma</i> (Kieffer, 1921) | * | * | 5 | * |
| <i>Dicrotendipes</i> (Kieffer, 1913) | * | 1 | * | * |
| <i>Fissimentum</i> (Cranston & Nolte, 1996) | 10 | * | * | * |
| <i>Goeldichironomus</i> (Fittkau, 1965) | 995 | 33 | 94 | * |
| <i>Labrundinia</i> (Fittkau, 1962) | * | 2 | * | * |
| <i>Parachironomus</i> (Lenz, 1921) | 12 | * | * | 7 |
| <i>Polypedilum</i> (Kieffer, 1912) | 4 | 4 | 24 | 19 |
| <i>Riethia</i> (Kieffer, 1917) | * | 1 | * | * |
| <i>Saetheria</i> (Jackson 1977) | * | 1 | 4 | 2 |
| <i>Tanytarsus</i> (Van der Wulp, 1874) | 9 | * | 2 | 35 |
| Tanypodinae | | | | |
| <i>Ablabesmyia</i> (Johannsen, 1905) | 20 | 8 | 4 | 10 |
| <i>Clinotanypus</i> (Kieffer, 1913) | * | 16 | * | * |
| <i>Coelotanypus</i> (Kieffer, 1913) | 1 | 20 | 31 | 31 |
| <i>Djalmabatista</i> (Fittkau, 1968) | * | 1 | * | * |
| <i>Tanypus</i> (Meigen, 1803) | * | 3 | 3 | * |

Fonte: Próprio autor.

Ao observar os resultados das variáveis ambientais, em geral podemos verificar que os locais com maiores concentrações de fósforo total (416,83µg/L) e ortofosfato (158,91 µg/L) foram vistas no reservatório Passagem das Traíras. As menores concentrações de sólidos totais dissolvidos (0,17 g/L) e turbidez (6,79) foram observadas no reservatório Sabugí (Tabela 3).

Tabela 3: Relação dos Códigos, valores médios e desvio padrão das variáveis ambientais medidos nos reservatórios na bacia do rio Piranhas-Açu, Estado do Rio Grande do Norte e na bacia do rio Paraíba, Estado da Paraíba.

| Variáveis Ambientais | Piranhas-Açu | | Paraíba | | Códigos das Variáveis |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| | Sabugí | Passagem das Traíras | Cordeiro | Sumé | |
| <i>Parâmetros físicos e químicos</i> | | | | | |
| Nitrito ($\mu\text{g/L}$) | 20,79 \pm 38,80 | 3,21 \pm 1,65 | 0,54 \pm 0,36 | 1,33 \pm 0,87 | Nitrit |
| Nitrato ($\mu\text{g/L}$) | 44,75 \pm 73,68 | 83,75 \pm 103,51 | 15,32 \pm 6,20 | 56,30 \pm 14,02 | Nitrat |
| Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) | 28,59 \pm 1,58 | 28,17 \pm 0,84 | 26,31 \pm 1,32 | 24,75 \pm 0,54 | Temp |
| pH | 7,39 \pm 0,39 | 7,99 \pm 0,11 | 7,87 \pm 0,26 | 8,10 \pm 0,08 | pH |
| Turbidez (NTU) | 6,79 \pm 2,56 | 15,54 \pm 2,03 | 29,4 \pm 33,39 | 46,26 \pm 6,50 | Turb |
| Sólidos Totais Dissolvidos (g/L) | 0,17 \pm 0,05 | 1,20 \pm 0,04 | 0,21 \pm 0,01 | 0,24 \pm 0,00 | STD |
| Amônia ($\mu\text{g/L}$) | 40,22 \pm 10,95 | 48,85 \pm 13,26 | 14,28 \pm 6,87 | 4,45 \pm 3,16 | Amônia |
| Condutividade ($\mu\text{S/cm}^2$) | 0,29 \pm 0,00 | 1,88 \pm 0,06 | 0,33 \pm 0,02 | 0,38 \pm 0,00 | Cond |
| Transparência (mm) | 10,66 \pm 3,02 | 7,92 \pm 3,33 | 8,84 \pm 6,99 | 3,67 \pm 2,46 | Trans |
| Fósforo total ($\mu\text{g/L}$) | 44,2 \pm 9,49 | 416,83 \pm 67,53 | 50,57 \pm 14,51 | 130,23 \pm | PT |
| Ortofosfato ($\mu\text{g/L}$) | 9,21 \pm 2,47 | 158,91 \pm 42,04 | 2,30 \pm 1,97 | 27,14 \pm | Orto |
| Salinidade (%) | 0,1 \pm 1,43 | 0,93 \pm 0,06 | 0,17 \pm 0,04 | 0,2 \pm 0 | Sal |
| Potencial oxi-redox (mV) | 112,2 \pm 25,87 | 97,25 \pm 24,00 | 216,85 \pm 56,55 | 181,61 \pm 27,35 | ORP |
| Secchi | 1,34 \pm 0,20 | 0,65 \pm 0,10 | 16,01 \pm 28,81 | 0,48 \pm 0,09 | Secchi |

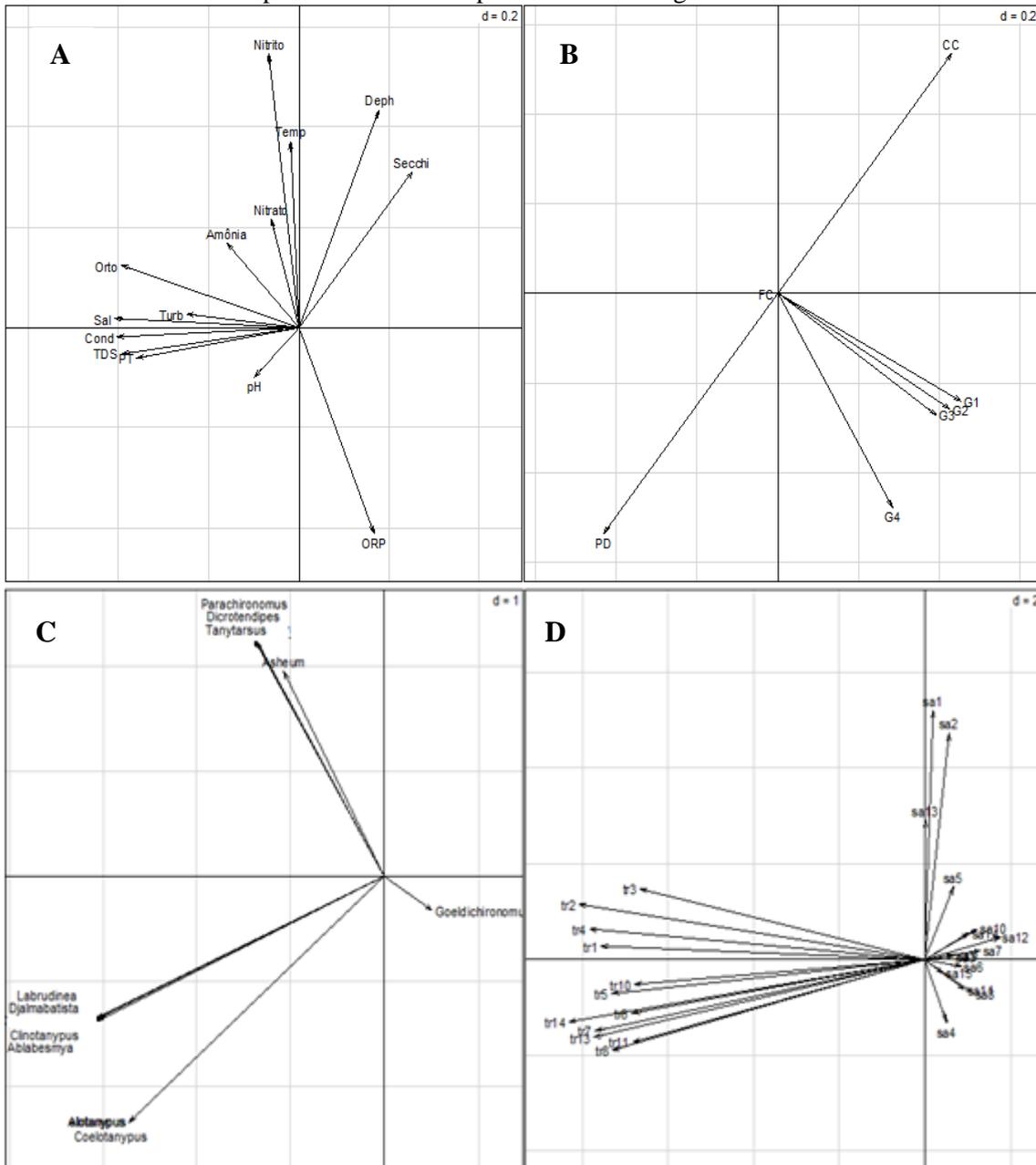
Fonte: Próprio autor.

Os resultados da RLQ mostraram que no quadrante superior direito da RLQ da Bacia Hidrográfica de Piranhas-Açu estão as características ambientais e categorias de atributos que estiveram positivamente relacionadas ao 1º eixo e negativamente relacionadas ao 2º eixo da RLQ (Figura 2 A, B, D). As variáveis ambientais, profundidade e transparência da água foram associadas ao grupo de alimentação coletor-coletor, essas variáveis não mostraram associação a nenhum gênero encontrado nos reservatórios Sabugí e Passagem das Traíras (Piranhas-Açu), no entanto, nos

reservatórios Cordeiro e Sumé (Paraíba), a profundidade esteve relacionada às categorias de tamanho do corpo G3 e G4 e associada à ocorrência de *Goeldichironomus*, enquanto que a transparência relacionou-se a categoria de tamanho do corpo G2 e ao grupo alimentar coletor-coletor, mostrando associação aos gêneros *Aedokritus* e *Polypedilum* (Figura 4 A, B, C). No quadrante inferior direito da RLQ estão as categorias de atributos que estiveram positivamente relacionadas ao 1º eixo e negativamente para o 2º eixo da RLQ. A variável ambiental: (ORP – potencial oxirredox) foi associada as categorias morfológicas de tamanho do corpo G1, G2, G3 e G4 como também à ocorrência de *Goeldichironomus* em Piranhas-Açu.

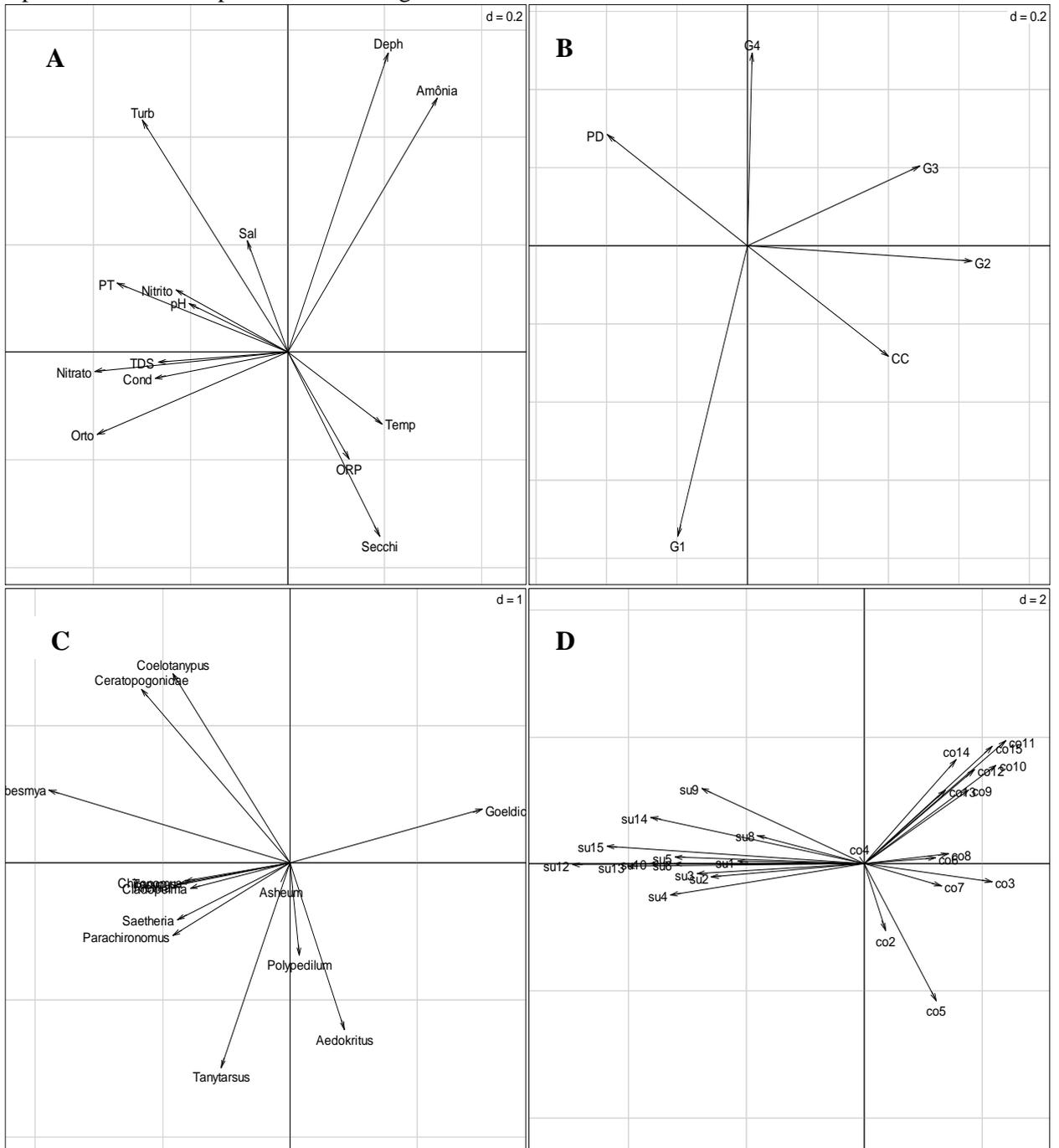
A esquerda do 1º eixo da RLQ da Bacia Hidrográfica de Piranhas-Açu estão as categorias ambientais e atributos que estiveram negativamente correlacionados (Figura 2 A, B, D). No quadrante superior esquerdo, às variáveis ambientais, nitrito, temperatura, nitrato, amônia, ortofosfato, turbidez e salinidade não foram associadas a nenhuma categoria de tamanho de corpo e grupos de alimentação, porém foram relacionadas à ocorrência de *Asheum*, *Parachironomus*, *Dicrotenpedis* e *Tanytarsus* no reservatório Passagem das Traíras (Figura 2 A, D). No quadrante inferior, as variáveis condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, fósforo total e pH foram associadas aos grupos de alimentação: (predador), sendo relacionadas aos gêneros *Coelotanypus*, *Djalmabatista*, *Labrudinea*, *Ablabesmya*, *Alotanypus* e *Clinotanypus* no reservatório Passagem das Traíras (Piranhas-Açu) (Figura 2 A, B, D).

Figura 2: Gráficos da análise RLQ dos reservatórios Passagem das Traíras e Sabugí (Piranhas-Açu) definidos pelos 1º e 2º eixos, onde (A) Variáveis ambientais; (B) Atributos funcionais; (C) Composição taxonômica; (D) Reservatórios: Tr (Passagem das Traíras) e Sa (Sabugí) e pontos. O valor de d no canto superior direito corresponde à escala do gráfico.



Fonte: Gráficos gerados a partir do Software R – The R Development Core Team, 2016.

Figura 4: Gráficos da análise RLQ dos reservatórios Cordeiro e Sumé (Paraíba) definidos pelos 1º e 2º eixos, onde (A) Variáveis ambientais; (B) Atributos funcionais; (C) Composição taxonômica e (D) Reservatórios: Co (Cordeiro) e Su (Sumé) e pontos. O valor de d no canto superior direito corresponde à escala do gráfico.



Fonte: Gráficos gerados a partir do Software R – The R Development Core Team, 2016.

Os resultados dos testes fourth-corner method em Piranhas-Açu para a relação entre características funcionais e parâmetros físico e químicos mostraram que as categorias de tamanho do corpo G1, G2 e G3 foram associadas negativamente às variáveis ambientais ortofosfato, fósforo total, condutividade elétrica, turbidez, sólidos

totais dissolvidos e salinidade, no entanto, esses mesmos tamanhos de corpo foram positivamente relacionados a transparência da água (Figura 3).

Figura 3: Gráfico dos testes fourth-corner dos reservatórios Passagem das Traíras e Sabugí (Piranhas-Açu). As caixas cinza representam correlações não significativas ($p > 0,05$); caixas vermelhas, correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) e caixas azuis, correlações negativas e significativas. Códigos descritos na tabela 3.

| | Nitrit | Nitrat | Amôn | Orto | PT | Temp | pH | ORP | Cond | Turb | TDS | Sal | Depth | Trans |
|----|--------|--------|------|------|----|------|----|-----|------|------|-----|-----|-------|-------|
| FC | | | | | | | | | | | | | | |
| CC | | | | | | | | | | | | | | |
| PD | | | | | | | | | | | | | | |
| G1 | | | | | | | | | | | | | | |
| G2 | | | | | | | | | | | | | | |
| G3 | | | | | | | | | | | | | | |
| G4 | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Gráfico gerado a partir do Software R – The R Development Core Team, 2016.

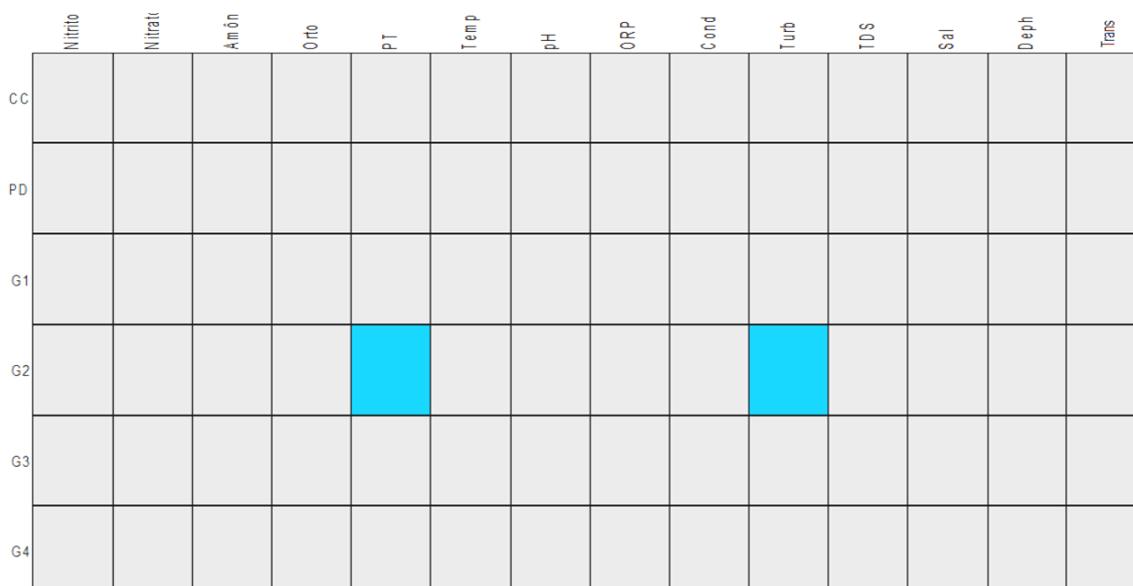
Os resultados da RLQ dos reservatórios Sumé e Cordeiro (Paraíba) mostraram que as variáveis ambientais, profundidade e amônia foram associadas às categorias morfológicas de tamanho do corpo G3 e G4, sendo relacionadas à ocorrência de *Goeldichironomus* no quadrante superior direito da RLQ, estando positivamente relacionadas ao 1º eixo e negativamente relacionadas ao 2º eixo da RLQ (Figura 4 A, B, C). Ainda nesses reservatórios, as variáveis: temperatura, potencial oxi-redox e transparência da água foram associadas ao grupo alimentar coletor-coletor, e ao tamanho do corpo G2, sendo relacionadas à ocorrência *Aedokritus* e à ocorrência parcial de *Asheum* e *Polypedilum*, como é visto no quadrante inferior direito da RLQ.

A esquerda do 1º eixo da RLQ da Bacia Hidrográfica da Paraíba estão as categorias ambientais e atributos que estiveram negativamente correlacionados (Figura 4 A, B, C). No quadrante superior, as variáveis ambientais: salinidade, turbidez, nitrito, pH e fósforo total foram associadas ao grupo alimentar predador, sendo relacionadas à ocorrência de *Coelotanypu* e *Ablabesmya*. No quadrante inferior, as variáveis: sólidos totais dissolvidos, nitrato, condutividade elétrica e ortofosfato foram associadas à

categoria morfológica de tamanho do corpo G1, sendo relacionadas à ocorrência de *Saetheria*, *Parachironomus*, *Tanytarsus*, *Tanytus*, *Beardius*, *Cladopelma* e *Chironomus*.

Com relação aos resultados dos testes fourth-corner method para a relação entre características funcionais e parâmetros físico e químicos dos reservatórios Sumé e Cordeiro, foi visto que a categoria morfológica de tamanho do corpo G2 foi associada negativamente às variáveis ambientais fósforo total e turbidez (Figura 5).

Figura 5: Gráfico dos testes fourth-corner dos reservatórios Cordeiro e Sumé (Paraíba). As caixas cinza representam correlações não significativas ($p > 0,05$); caixas vermelhas, correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) e caixas azuis, correlações negativas e significativas. Códigos descritos na tabela 3.



Fonte: Gráfico gerado a partir do Software R – The R Development Core Team, 2016.

4 DISCUSSÃO

A avaliação das características funcionais da comunidade fornece informações sobre as relações entre as respostas biológicas e ambientais condições (POFF et al., 2010). A ocorrência de organismos aquáticos tem ocorrido pela variação nos atributos das espécies em consequência de mudanças nas condições ambientais (DOLÉDEC et al., 2006; DÍAZ; ALONSO; GUTIÉRREZ, 2008; TOMANOVA; MOYA; OBERDORFF, 2008; SHIEH et al., 2012). Nossos resultados mostraram que não houve correlação significativa entre as variáveis ambientais e o grupo alimentar coletor-coletor, e que o tamanho do corpo G2 foi negativamente correlacionado com a turbidez e o fósforo total em ambas as bacias hidrográficas, refutando a nossa hipótese. Além

disso, nossos resultados revelam a importância das condições ambientais, que selecionam uma combinação de atributos adequados capazes de suportar as características ambientais locais (SOUTHWOOD, 1977; SHIEH et al., 2012).

Nossos resultados demonstram que o atributo relacionado à característica morfológica de tamanho do corpo exibiu correlação positiva com as variáveis ambientais nos reservatórios Passagem das Traíras e Sabugí, quando comparado ao atributo de grupos alimentares. Isso pode estar relacionado ao ajuste de suas estratégias alimentares de acordo com o habitat (REUSS et al., 2014), visto que grupos de alimentação podem ser influenciados pelas condições locais (BERG 1995), mostrando sensibilidade em resposta a essas condições em reservatórios (DOLÉDEC et al., 2006; SHIEH et al., 2012; FEIO; DOLÉDEC, 2012; DEDIEU et al., 2015) e permitindo que diversos táxons sejam encontrados em muitos microhabitats.

Grupos alimentares fornecem informações sobre o processamento de matéria orgânica, a disponibilidade e utilização de recursos alimentares, condições ambientais e dinâmicas tróficas (FEIO; DOLÉDEC, 2012; GEBREHIWOT et al., 2017). Assim, devido à ampla distribuição e composição das larvas de Chironomidae nos reservatórios, atributos morfológicos permitem seu estabelecimento de acordo com as condições ambientais (SERRA et al., 2015). A correlação negativa entre os grupos de alimentação e as variáveis ambientais locais pode refletir a condição generalista dos organismos (LEMES-SILVA; PAGLIOSA; PATRUCIO, 2014), favorecendo a ocorrência de organismos coletores em detrimento de especialistas, por exemplo, predadores (CLAVEL et al., 2011; PILÓ et al., 2016; KUZMANOVIC et al., 2017).

Ainda que os grupos funcionais alimentares tenham demonstrado uma correlação negativa com as variáveis ambientais testadas, é válido destacar a associação entre o percentual de sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, fósforo total e pH com grupo alimentar predador. Assim, o aumento inesperado de predadores visto nos nossos resultados foi principalmente devido ao gênero *Coelotanypus*. Esse gênero é tolerante a ambientes perturbados (TRIVINHO-STRIXINO, & STRIXINO, 2005; SIMIÃO-FERREIRA et al., 2009), apresenta uma grande plasticidade, mostrando um comportamento generalista e alimentando-se de diversas formas a depender da disponibilidade de recursos alimentares (LEMES-SILVA et al., 2014). Além disso, organismos incluídos na categoria predador possuem diversas funções, visto que têm a

capacidade de alterar o fenótipo esperado em resposta à condição ambiental, como estratégia adaptativa (CLAVEL et al., 2011), a exemplo de *Djalmabatista*, *Labrudinea*, *Ablabesmya*, *Alotanypus* e *Clinotanypus*.

Os resultados mostram ainda que as categorias do tamanho do corpo de Chironomidae (G1, G2, G3 e G4) estiveram associadas à ORP (Potencial oxi-redox), apresentando *Goeldichironomus*, na bacia do rio Piranhas-Açu. Estudos já mostraram que esses organismos ocorrem predominantemente em locais com maiores níveis de perturbação (BRAUNS et al., 2007) e com enriquecimento orgânico (DORNFELD et al., 2005; BRITO-JÚNIOR et al., 2005). Assim, a predominância de *Goeldichironomus* indica que essa é uma espécie generalista e indicadora de ambientes impactados (LEITE, 2010).

Em relação aos reservatórios Sumé e Cordeiro, nossos resultados demonstram que o atributo relacionado à característica morfológica de tamanho do corpo também exibiu correlação positiva com as variáveis ambientais, o que pode estar relacionado à influência direta ou indireta das relações entre organismos e ambiente (DÍAZ et al., 2008; TOMANOVA et al., 2008; DOLÉDEC; PHILLIPS; TOWNSEND, 2011). Variáveis como a temperatura podem influenciar o tamanho do corpo de Chironomidae (LACKMANN et al., 2016), como é visto nos resultados. Dessa forma, os tamanhos de corpo podem conferir maior ou menor resiliência após perturbações ambientais (FEIO et al., 2015), além disso, ambientes com a qualidade da água alterada pode provocar diminuição da abundância de organismos com comprimento médio do corpo, permitindo a ocorrência de espécies de menor tamanho corporal que persistem no ambiente pela exploração de refúgios (PEARSON; ROSENBERG, 1978; TOWNSEND; HILDREW, 1994). Nossos resultados corroboram a ideia acima mencionada, pois as categorias que representam o maior tamanho do corpo (G3 e G4) foram direcionadas pelas variáveis amônia e profundidade, enquanto que a categoria que representa o menor tamanho (G1) foi direcionada pelas concentrações de nitrato, ortofosfato, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica nos reservatórios Sumé e Cordeiro, como observado nos testes de fourth-corner.

Nos reservatórios Sumé e Cordeiro (Paraíba), a categoria de tamanho do corpo G2 foi sutilmente separada das demais categorias de tamanho pela análise RLQ, e associada a do grupo alimentar coletor-coletor e variáveis, fósforo total e turbidez. Nossos resultados mostram que a ocorrência de organismos coletor-coletores, como

Aedokritus, foi devido à maior turbidez, como também observado por Butakka e Costa (2016) em rios semiáridos. Nossos resultados ainda mostram que as variáveis como salinidade, turbidez, nitrito, fósforo total e pH permitiram a ocorrência de organismos predadores, como *Coelotanypus* e *Ablabesmya*. Organismos predadores são dominantes, em locais com melhor qualidade ambiental; essas relações foram observadas em outros ecossistemas lênticos (BLOCKSOM et al., 2002; SOLIMINI et al., 2008; TRIGAL et al., 2009; LUNDE; RESH, 2012). Assim sendo, diferentes habitats, em que esses organismos se encontram, sua inserção em diferentes grupos funcionais e alterações locais no habitat, podem representar um fator determinante para as mudanças na estratégia de alimentação destes indivíduos (HAJISAMAE et al., 2003; FERRINGTON, 2008; HAJISAMAE, 2009).

5 CONCLUSÃO

As variáveis como fósforo total e turbidez influenciaram negativamente a ocorrência de organismos com tamanho do corpo G2, em ambas as bacias hidrográficas. Nossos resultados mostraram que não houve associação significativa entre as variáveis ambientais e o grupo alimentar coletor-coletor, mas entre as variáveis e o grupo alimentar predador. Dessa maneira, os conhecimentos adquiridos com esse trabalho contribuem com o estudo de sistemas de regiões semiáridas do Brasil, auxiliando a realização de outros estudos baseados em atributos de Chironomidae em reservatórios e, por fim, contribuindo de forma real com informações que ajudem a ampliação do conhecimento ecológico sobre as variáveis ambientais e suas relações com os atributos dessas larvas.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P., RUFFO, T. L. M., SOUZA, A. H. F. F., FLORENTINO, H. S., JUNIOR, E. T. O., MEIRELES, B. N., and SANTANA, A. C. D.(2007). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3.

ABÍLIO, F. J. P. FONSECA-GESSNER A.A., LEITE, R. I., RUFFU, T. R. M.(2006).Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados À macrófita. *Eichhornia crassipes* de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 1, 165-178.

ABÍLIO, F. J. P. (2013). Robustness of trait distribution metrics for community assembly studies under the uncertainties of assembly processes. **Ecology**, 94(12), 2873-2885.

APHA, A., WEF. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. American Public Health Association. Washington, DC. Part, 21.

ALLAN, J. D. (1995). Stream ecology: structure and function of running water. Chapman & Hall, London. 388pp.

ALLAN, J. D. (2004). Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, 35:257–84.

ALLAN, J. D. & M. M. CASTILLO. (2007) Stream ecology: structure and function of running waters. 2 edition. Chapman and Hall, Hew York, N. Y.

ALVARES, C. A., J. L. SATAPE, P. C. SENTELHAS, G. MORAES, J. LEONARDO, and G. SPAROVEK. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22:711-728.

ANDERSON, M. J., BRAAK, C.J.F. (2003). Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, 73, 85-113.

ANDERSON, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance and regression. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 58, 626-639.

ANDERSON, M. J., GORLEY, R. N., CLARKE, K. R. (2008). PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E. Plymouth.

ARIAS, A. R. L., BUSS, D. F., ALBUQUERQUE, C., INÁCIO, A. F., FREIRE, M. M., EGLER, M., MUGNAI, R. & BAPTISTA, D. F. (2007). Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação dos rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva** 12: 62-72.

BARBONE, E., ROSAT, L., REIZOPOULO, S., BASSET, A. (2012). Linking classification boundaries to sources of natural variability in transitional water: A case study of benthic macroinvertebrates. **Ecological Indicators** 12, 105-122.

BARBOSA, J. E. D. L., MEDEIROS, E. S. F., J. Brasil, CORDEIRO, R. D. S., CRISPIM, M. C. B., and SILVA, G. H. G. D. (2012). Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 24:103-118.

BASSET, A., ANGELIS, D. L. (2007). Body size mediated coexistence of consumers competing for resources in space. **Oikos**, v.116, p. 1363-1377.

BERG, H. B. (1995) Larval food and feeding behaviour. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (eds.), *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. pp. 1-584, Chapman & Hall, London.

BLOCKSOM, K. A.; KURTENBACH, J. P.; KLEMM, D.J.; FULK F. A. & CORMIER, S. M. (2002). Development and evaluation of the Lake Macroinvertebrate Integrity Index (LMII) for New Jersey lakes and reservoirs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 77:311-333.

BOETS, P.; THAS, O.; VAN DE VIJVER, E.; LOCK, K.; TOPKE, K.; DE COOMAN, W.; JANSSEN, C. R.; GOETHALS, P. L. (2013). Relating taxonomy-based traits of macroinvertebrates with river sediment quality based on basic and zero-inflated Poisson models. **Ecological Informatics**, v. 18, p. 49-60.

BOGAN, M.T., BOERSMA, K.S., LYTLE, D. A. (2014). Resistance and resilience of invertebrate communities to seasonal and suprasedasonal drought in arid-land headwater streams. **Freshw. Biol.** 60, 2547–2558.

BONADA, N., DOLÉDEC, S., STATZNER, B. (2007). Taxonomic and biological trait differences of stream macroinvertebrate communities between mediterranean and temperate regions: implications for future climatic scenarios. **Global Change Biology**13, 1658–1671.

BOTTS, P. S. (1997). Spatial pattern, patch dynamics and successional change: Chironomid assemblages in a Lake Erie coastal wetland. **Freshwater Biology** 37: 277-286.

BRAUNS, M., GARCIA, X. F., WALZ, N. (2007). Effects of human shoreline development on littoral macroinvertebrates in lowland lakes. **Journal of Applied Ecology** 44, p. 1138-1144.

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. **Entomology** ect. 12 (2): 149-157.

BROOKS, S. J.; BENNION, H.; BIRKS, J. B. (2001). Tracinglake trophic history with a chironomid-total phosphorus inference model. **Freshwater Biology**, v.46. p.513-533.

BUTAKKA, C. M. M., RAGONHA, F.H., TAKEDA, A. M. (2014). Chironomidae larvae (Diptera) of Neotropical floodplain: overlap niche in different habitats. **Brazilian Journal of Biology**, 74, 363–370.

BUTAKKA, C. M. M., RAGONHA, F. H., TRAIN, S., PINHA, G. D., TAKEDA, A. M., (2016). Chironomidae feeding habits in different habitats from a Neotropical floodplain: exploring patterns in aquatic food webs. **Braz. J. Biol.** 76, 117–125.

BUZELLI, G. M. & CUNHA-SANTINO, M. B. (2013). Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiental & Água*, v.8, n.1, p. 186-205.

CALLISTO, M; ESTEVES, F. A. (1995). Distribuição da comunidade de Macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxite – lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, 1, 335-348.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. JR.; GRAÇA, M. A. S. (2007). 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.

CARDINALE, B. J.; SRIVASTAVA, D. S., DUFFY, J. E., WRIGHT, J. P., DOWNING, A. L., SANKARAN, M., JOUSEAU, C. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. **Nature**. 443, 989-992.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). (2009). **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**: Apêndice A – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Secretaria do Meio Ambiente – Governo de São Paulo.

CHELLAPPA, S., BUENO, R. M., CHELLAPPA, T., CHELLAPPA, N. T., and VAL, V. M. F. A. (2009). Reproductive seasonality of the fish fauna and limnecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologia** – Ecology and Management of Inland Waters 39: 325-329.

CLAVEL, J. R. JULLIARD & V. DEVICTOR. (2011). Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 222-228.

COFFMAM, W. P. & FERRINGTON, L. C. Chironomidae. In: MERRIT, R. W. & CUMMINS, K. W. (eds). (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall Hunt publishing Co. Dubuque. p, 635-754.

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. (2009). Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semiárido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 382-401.

COSTA, M. R. A., ATTAYDE, J. L., BECKER, V. (2016). Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia** 778, 75–89.

CROSS, W. F., JOHNSON, B. R., WALLACE, J. B., & ROSEMOND, A. D. (2005). Contrasting response of stream detritivores to longterm nutrient enrichment. **Limnology and Oceanography**, 50(6), 1730–1739.

CUMMINS, K. W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. **Annual Review of Entomology**, 18: 183-206.

CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 10, pp. 147-172.

CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; BERG, M. B. (2008). Ecology and distribution of aquatic insects. In; Merritt, R. W.; Cummins, K. W. & Berg, M. B. eds. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Company. p. 105-122.

DAUFRESNE, M., K. LENGFELLNER & U. SOMMER.(2009). Global warming benefits the small in aquatic ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 12788-12793.

DEATH, R. G. & M. J. WINTERBOURN (1995). Diversity patterns in stream benthic invertebrate communities: the influence of habitat stability. **Ecology** 76: 1446–1460.

DEDIEU, N., RHONE, M., VIGOUROUX, R., CÉRÉGHINO, R. (2015). Assessing the impact of gold mining in headwater streams of Eastern Amazonia using Ephemeroptera assemblages and biological traits. **Ecol. Indic.** 52, 332–340.

DÍAZ, A. M., SUÁREZ, M. L. A., GUTIÉRREZ, M. R. V. A. (2008). Biological traits of stream macroinvertebrates from a semi-arid catchment: patterns along complex environmental gradients. **Freshwater Biology**, 53,1-21.

DOLÉDEC, S., PHILLIPS, N., SCARSBROOK, M., RILEY, R. H., TOWNSEND, C. R. (2006). Comparison of structural and functional approaches to determining landuse effects on grassland stream invertebrate communities. **J. N. Am. Benthol. Soc.** 25, 44–60.

DORNFELD, C.B.; ALVES, R.G.; LEITE, M.A.; ESPINDOLA, E.G.L. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, p. 189-197, 2006.

ENTREKIN, S. A., WALLACE, J. B. & EGGERT, S. L. (2007). The response of Chironomidae (Diptera) to a long-term exclusion of terrestrial organic matter. **Hydrobiologia** 575: 401-413.

ESTEVEZ, F. A. (1988). **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 575pp.

ESTEVEES, F. A. (2011). **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, p. 790.

FEIO, M. J., DOLÉDEC, S. (2012). Integration of invertebrate traits into predictive models for indirect assessment of stream functional integrity: a case study in Portugal. **Ecological Indicators**, v. 15, p. 236-247.

FEIO, M.J., DOLÉDEC, S., GRAÇA, M.A. S. (2015). Human disturbance affects the long-term spatial synchrony of freshwater invertebrate communities. **Environmental Pollution**, 196, 300–308.

FERRINGTON, L. C. (2008). Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n. 1, p. 447-455.

FREITAS, F. R. S.; RIGHETTO, A. M.; ATTAYDE, J. L. (2011). Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p. 655 – 665.

HAJISAMAE, S.; CHOU, L. M. & IBRAHIM, S. (2003). **Feeding habitats and trophic organization of the fish community in shallow Waters of impacted tropical habitat**. Est. Cos. and She. Sci. 58: 89-98. doi: 10.1016/S0272-7714(03)00062-3.

HAJISAMAE, S. (2009). **Trophic ecology of bottom fishes assemblage along coastal áreas of Thailand**. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 82: 503-514. doi: 10.1016/j.ecss.02.010.

HEINO, J. (2009). Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. **Freshwater Review**2 (1):1-29.

HELSON, J. E., WILLIAMS, D. D., TURNER, D.(2006). Larval Chironomidae community organization in four tropical Rivers: human impacts and longitudinal zonation. **Hydrobiologia** 559, 413-431.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L., NESSIMIAN, J. L., DORVILLÉ, L. F. M. (2003). Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 63, 269–281.

KUZMANOVIC, M.; DOLÉDEC, S.; DE CASTRO-CATALA, N.; GINEBRED, A.; SABATER, S.; MUNOZ, I.; BARCELÓ, D. (2017). Environmental stressors as a drive of the trait composition of benthic macroinvertebrate assemblages in polluted Iberian rivers. **Environmental Research**, v. 156, n. March, p. 485-493.

LEAL, IR., SILVA, JMC., TABARELLI, M. and LACHER, TE. (2005). Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, vol. 19, no. 3, p. 701-706.

LIMA, S. M. S. BARBOSA, L. G. (2012). Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 18-25.

LAKE P. S. (2003) Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, 48, 1161–1172.

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

LEMES-SILVA, A. L., PAGLIOSA, P. R.; PETRUCIO, M. M. (2014). Inter-and intra-guild patterns of food resource utilization the chironomid larvae in a subtropical coastal lagoon. **Limnology**, v. 15, p. 1-12.

LENCIONI, V. (2007). Chironomids (Diptera, Chironomidae) in alpine and pre-alpine springs. In: E. Bertuzzi & M. Cantonati (Eds), *The spring habitat: biota and sampling methods*. Monografie del Museo Tridentino Scienze Naturali, 4: 247-264.

LOCKWOOD, J.L., PHILLIP, C. P., BLACKBURN, T.(2005). The role of propagule pressure in explaining species invasions. **Ecology and Evolution** 20, 223-228.

LORENZEN, C. J. (1967). A method for the Continuous Measurement of in Vivo Chlorophyll Concentration. In *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, v. 13, p. 223-227.

LUNDE, K. B., RESH, V. H. (2012). Development and validation of a macroinvertebrate index of biotic integrity (IBI) for assessing urban impacts to Northern California freshwater wetlands. **Environ. Monit. Assess.** 184, 3653–3674.

MAGURRAN, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell.

MARENGO, J. A, TORRES, R. R., and ALVES, L. M. (2017). Drought in Northeast Brazil – past present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, 129, 1189-1200.

MASON, N. W., MOUILLOT, D., LEE, W. G. & WILSON, J. B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111: 112-118.

MASON, N. W.; LANOISELÉE, C.; MOUILLOT, D.; IRZ, P.; ARGILLIER, C. (2007). Functional characters combined with null models reveal inconsistency in mechanisms of species turnover in lacustrine fish communities. *Oecologia*, v. 153, n. 2, p. 441-452.

MEDEIROS, L. D. C.; MATTOS, A.; LURLING, M.; BECKER, V. (2015). Is the future blue-green or Brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lak. *Aquatic Ecology*, v. 49, n. 3, p. 293-307.

MELO, R. R. C., RAMEH BARBOSA, I. M. B., FERREIRA, A. A., LEE BARBOSA FIRMO, A., DA SILVA, S. R., CIRILO, J. A. and DE AQUINO, R. R. B. (2017). Influence of Extreme Strength in Water Quality of the Juczinho Reservoir, Northeastern Brazil, PE. *Water*, 9, 955.

MOLOZZI, Joseline. (2011). *Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ecológica de reservatórios tropicais*. 197 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte.

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

MOUCHET, M. A.; VILLÉGER, S.; MASON, N. WH.; MOUILLOT, D. (2010). Functional diversity measures: An overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, v. 24, n. 4, p. 867-876.

MOUILLOT, D.; GRAHAM, N. AJ.; VILLÉGER, S.; MASON, N. WH.; BELLWOOD, D. R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 28, n. 3, p. 167-177.

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

NESSIMIAN, J. L., SANSEVERINO, A. M. & OLIVEIRA, A. L H. (1999). Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Díptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasil. Entomol.*, 43 (1/2): 47-53.

OLIVEIRA, A., CALLISTO, M. (2010). Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment. **Iheringia**. Série Zoologia, 100 (4), 291-300. doi: 10.1590/s0073-47212010000400003.

OLIVEIRA, J. N. P. (2012). A influência da poluição difusa e do regime hidrológico peculiar do semiárido na qualidade da água de um reservatório tropical. 99 f.: Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

OLIVER, D. R. (1971). Life History Of The Chironomidae. *Annual Review Of Entomology* 12: 211-230.

PEARSON, T.H & ROSENBERG, R. (1978). Sucessão macrobentônica em relação ao enriquecimento orgânico e poluição do ambiente marinho. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, 16, 229-311.

PEIRÓ, D. F., ALVES, R. G. (2006). Insetos aquáticos associados a macrófitas de região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (Município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v.6, n. 2, p. 1-9.

PETCHEY, O. L., GASTON, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forw. **Ecology Letters**, v. 9, p. 741-758.

PETERSON, A. (1960). Larvae of Insects. An Introduction to Nearctic Species. Columbus: OHIO.

PILÓ, D., BEN-HAMADOU, R., PEREIRA, F., CARRIÇO, A., PEREIRA, P., CORZO, A., GASPAR, M. B., CARVALHO, S. (2016). How functional traits of estuarine macrobenthic assemblages respond to metal contamination? **Ecol. Indic.** 71, 645–659.

PINDER, L. C. V. Biology of the eggs and first-instar larvae In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTAN, P. S. & PINDER, L. C. V. (1995). The biology and ecology of non-biting midges. London: Chapman & Hall. p. 87-106.

POFF, N. L., PYNE, M. I., BLEDSOE, B. P., CUNHACIYAN, C. C., CARLISLE, D. M. (2010). Developing linkages between species traits and multiscaled environmental variation to explore vulnerability of stream benthic communities to climate change. **J. North Am. Benthol. Soc.** 29, 1441–1458.

PURVIS, A., HECTOR, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 212-219.

QUEIROZ, J. F. MOURA e SILVA, M. S. G., TRIVINHO-STRIXINO, S. (2008). Indicadores Biológicos de Qualidade. Livro: Organismos Bentônicos: Biomonitoramento de Qualidade de Águas. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, São Paulo. Cap 2, p.28.

REICE, S. R., & WOHLLENBERG, M. (1993). Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic process: measures for assessment of ecosystem health, p. 287-305. In: Rosenberg, D. M. & RESH, V. H. (Eds.) (1993). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman & Hall, New York.

REMOR, M. B. HERMOSO, M., SGARBI, L. F., PRESTES, T. M. V., CÂMARA, C.D D., MODEL, K. J. (2013). Qualidade da água do Rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Revista Cascavel**, v.6, n.2, p.97-111.

REUSS, N. S., LADISLAV, H., GAUTE, V., MICHELSEN, A., PEDERSEN, O. & BRODERSEN, K. P. (2014) Microhabitat influence on chironomid community structure and stable isotope signatures in West Greenland lakes. **Hydrobiologia**, 730, 59-77.

ROOT, R. B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. **Ecological Monographs** 37: 317-350.

ROQUE, F. O. & TRIVINHO-STRIXINO, S. (2001). Benthic macroinvertebrates in mesohabitats of different spatial dimensions in a first order stream (São Carlos – SP). **Acta Limnologica Brasiliensia** 13: 69-77.

ROQUE, F. O. & TRIVINHO-STRIXINO, S. (2003). *Guassutanypus oliveirai*, a new genus and species of Macropelopini from Brazil (Insecta: Diptera, Chironomidae). *Spixiana*, v. 26, p 159-164.

ROQUE, F. O.; SIQUEIRA, T.; TRIVINHO-STRIXINO, S. (2005). Occurrence of chironomid larvae living inside fallen-fruit in Atlantic Forest streams, Brasil. **Entomología y Vectores** 12: 275-282.

ROQUE, F.O.; SIQUEIRA, T.; BINI, L.M.; RIBEIRO, M.C.; TAMBOSI, L.R.; CIOCHETI, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Understanding associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. **Freshwater Biology**, v. 55, p. 847–865, 2010.

ROSIN, G. C.; MANGAROTTI, D. P. O.; TAKEDA, A. M. (2010). 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.

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

SANSEVERINO, A. M. & NESSIMIAN, J. L. (2008). Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhiço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). **Rev. Bras. Entomol.** São Paulo, v. 52, n.1.

SAULINO, H.H., LEITE-ROSSI, L.A., TRIVINHO-STRIXINO, S. (2016). The effect of small reservoirs on chironomid diversity and trait composition in Savanna streams: evidence for Serial Discontinuity Concept. **Hydrobiologia** 793, 109–119.

SERRA, S. R. Q., F. COBO, M. A. S. GRAÇA, S. DOLÉDEC & M. J. FEIO. (2015). Synthesising the trait information of European Chironomidae (Insecta: Diptera): Toward a new database. **Ecological indicators**, 61: 282–292.

SERRA, S. R., GRAÇA, M. A., DOLÉDEC, S., FEIO, M. J. (2017a.) Chironomidae traits and life history strategies as indicators of anthropogenic disturbance. **Environ. Monit. Assess.** 189, 326–339.

SIMAIKA, J. P.; SAMWAYS, M. J. (2011). Comparative assessment of indices of freshwater habitat conditions using different invertebrate taxon sets. **Ecological Indicators**, v. 11, p. 370-378.

SIMBERLOFF, D. & DAYAN, T. (1991). Guilds and the structure of ecological communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 22, 115-143.

SIMIÃO-FERREIRA, J., DEMARCO, M., & CARVALHO, A. R. (2009). Chironomidae assemblage structure in relation to organic enrichment. **Neotropical Entomology**, 38(4), 464–471.

SHIEH, S. H., WANG, L. K., HSIAO, W. F. (2012). Shifts in functional traits of aquatic insects along a subtropical stream in Taiwan. **Zoological Studies**, v. 51, p. 1051-1065.

SOLIMINI, A. G., BAZZANTI, M., RUGGIERO, A., CARCHINI, G. (2008). Developing a multimetric index of ecological integrity based on macroinvertebrates of mountain ponds in central Italy. **Hydrobiologia** 597, 109–123.

SOUTHWOOD, T. R. E. (1977). Habitat, the templet for ecological strategies? *The Journal of Animal Ecology*, v.46, p. 336-365.

SUGUNAN, V. V. (2000). Ecology and fishery management of reservoirs in India. **Hydrobiologia** 430: 121-147.

SWENSON, N. G. (2011). The role of evolutionary processes in producing biodiversity patterns, and the interrelationships between taxonomic, functional and phylogenetic biodiversity. **American Journal of Botany**, v. 98, p. 472-480.

SWENSON, N. G.; STEGEN, J. C.; DAVIES, S. J.; ERICKSON, D. L.; FORERO-MONTANA, J.; HURLBERT, A. H. (2012). Temporal turnover in the composition of tropical tree communities: functional determinism and phylogenetic stochasticity. **Ecology**, v. 93, p. 490-499.

TAKAHASHI, M. A., HIGUTI, J., BAGATINI, Y. M., ZVIEJKOVSKI, I. P., & VELHO, L. F. M. (2008). Composition and biomass of larval chironomid (Insecta, Diptera) as potential indicator of trophic conditions in southern Brazil reservoirs. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 20(1), 5–13.

TOMANOVA, S., GOITIA, E., HELESIC, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. **Hydrobiologia** 556, 251–264.

TOKESHI, M. (1995). Life cycles and population dynamics. In: ARMITAGE CRANSTON, O. S., PINDER, L. C. V., *The Chironomidae: Biology and Ecology Nonbiting Midges*. Cornwall, UK: Chapman & Hall, p. 3-6.

TORGAN, L. C. (1989). *Floração de Algas: Composição, causas e consequências*. Técnico Superior Pesquisador III no Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Bolsista do CNPq, p. 20.

TOWNSEND, C. R., HILDREW, A. G. (1994). Species traits in relation to a habitat template for river systems. **Freshw. Biol.** 31, 265–275.

TUNDISI, J. G., (1999). Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In Henry, R (eds), *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu-SP, FAPESP e FUNDBIO 22, 23-27.

TUNDISI, J. G. (2006). Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas, In Nogueira, M. G.; Henry, R.; Jorcin, A. (Org.): *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos, RIMA.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J. E. M. (2008). Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1133-1135.

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

TRIGAL, C., GARCÍA-CRIADO, F., FERNÁNDEZ-ALÁEZ, C. (2009). Towards a multimetric index for ecological assessment of Mediterranean flatland ponds: the use of macroinvertebrates as bioindicators. **Hydrobiologia** 618, 109–123.

TRINDADE, P. B. C. B. (2011). Classificação de Estado trófico de reservatórios – estudo de caso: reservatório de Rio Bonito (ES). Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

TRIVINHO-STRIXINO, S., and STRIXINO, G. (1995). Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros.

TRIVINHO-STRIXINO, S., and STRIXINO, G. (1998). Chironomidae (Diptera) associados a troncos de árvores submersos. **Revista Brasileira de Entomologia**. 41, 173-178.

TRIVINHO-STRIXINO, S., (2011). Larvas de Chironomidae: Guia de identificação. São Carlos: gráfica UFScar, 1,2,3. 371p.

VALLENDUUK, H. J. & H.K.M. MOLLER PILLOT, 2007. Chironomidae larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. General ecology and Tanypodinae – KNNV Publ. Zeist. 144 pp.

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

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

VIOLLE, C., NAVAS, M. L., VILE, D., KAZAKOU, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I., & GARNIER, E. (2007). Let the concept of trait be functional. **Oikos**, 116(5), 882-892.

VILLÉGER, S.; MASON, N. W.; MOUILLOT, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v.89, n.8, p. 2290-2301.

VOß, K., SCHAFER, R. B. (2017). Taxonomic and functional diversity of stream invertebrates along an environmental stress gradient. **Ecol. Indic.** 81, 235-242.

VOLLENWEIDER RA, KERÉKES JJ., (1982). Eutrophication of water: Monitoring, assessment and control. OECD, Paris.

AGRADECIMENTOS

“Ebenézer” até aqui me ajudou o SENHOR! Agradeço primeiramente a Deus por está cumprindo mais uma de suas promessas na minha vida. Não mereço, mas a Tua graça me alcançou e me fez viver mais essa promessa.

Obrigada Senhor, pois Tu és Fiel!

Agradeço a minha mãe que sempre fez tudo por mim, sempre além de suas possibilidades, a ela minha eterna gratidão. Também agradeço aos meus irmãos (Ismael e Isa), obrigada por tudo, amo muito vocês. Em especial, agradeço a minha tia Ivete por abrir as portas de sua casa para eu morar durante esses anos de graduação. Que Deus retribua a cada um de vocês por tudo o que fizeram por mim.

Agradeço ao meu amado esposo, Antonio, por sonhar esse sonho comigo, pelas palavras animadoras e pelo companheirismo que demonstras a mim! Você é, sem dúvidas, o amigo de todas as horas, o melhor presente que Deus me deu.

Não poderia deixar de agradecer a querida orientadora Joseline Molozzi pela oportunidade que me deu de entrar no seu laboratório logo no primeiro semestre da graduação, aonde aprendi a realizar pesquisa. Você é um ser iluminado. Obrigada pela disposição em ajudar sempre que necessário e entender sempre seus orientandos; foi um grande privilégio ter conhecido você. Gratidão. Como não agradecer a tão paciente co-orientadora Franciely Ferreira Paiva, Francy, obrigada pela ajuda, disposição e paciência que sempre teve para comigo. Você sempre me incentivou e me deu o suporte necessário para realizar esse trabalho. Tenho a plena convicção que sem você, Francy, eu não teria conseguido, sou-lhe eternamente grata.

Agradeço a todos que fazem parte do Laboratório de Ecologia de Bentos, pois todos são importantes e essenciais para a construção de qualquer trabalho. Dalescka, obrigada pela motivação que me deu, pela ajuda nas identificações, pelas conversas e momentos de descontrações no laboratório; foi muito bom ter te conhecido. Enfim, serei sempre grata a todos que passaram por minha vida nesses quatro anos de graduação, professores, colegas e amigos, jamais serão esquecidos.