

## **Influência da urbanização no processo de colonização de Assembleias de Chironomidae (INSECTA: DIPTERA)**

**Influence of urbanization on the colonization process of Chironomidae Assembly (INSECTA: DIPTERA)**

**Influencia de la urbanización en el proceso de colonización del Ensamblaje de Chironomidae (INSECTA: DIPTERA)**

Recebido: 05/06/2022 | Revisado: 16/06/2022 | Aceito: 18/06/2022 | Publicado: 30/06/2022

### **Lincoln Rodrigues de Faria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8543-6158>  
Universidade Federal de Alfenas, Brasil  
E-mail: [lincoln.rodofaria@gmail.com.br](mailto:lincoln.rodofaria@gmail.com.br)

### **Murilo Henrique Tank Fortunato**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1695-8120>  
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil  
E-mail: [mtank@live.com](mailto:mtank@live.com)

### **Humberto Fonseca Mendes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8261-3665>  
Universidade Federal de Alfenas, Brasil  
E-mail: [humberto.mendes@unifal-mg.edu.br](mailto:humberto.mendes@unifal-mg.edu.br)

### **Paulo Augusto Zaitune Pamplin**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-9121>  
Universidade Federal de Alfenas, Brasil  
E-mail: [paulo.pamplin@gmail.com](mailto:paulo.pamplin@gmail.com)

### **Resumo**

Pesquisa sobre a colonização de insetos aquáticos apontam os impactos antrópicos como determinantes para a estruturação desta comunidade. O presente estudo tem como objetivo analisar o processo de colonização da assembleia de Chironomidae em riachos com diferentes graus de impactos antrópicos. Em nove córregos localizados no município de Poços de Caldas (MG) foram colocadas 12 armadilhas, constituídas por garrafas de polietileno. Os córregos foram classificados quanto a sua integridade ambiental em. Em cada garrafa foi colocada 100g de *Typha domingensis* como substrato. Quinzenalmente, três garrafas eram retiradas de cada córrego, perfazendo um período total de 60 dias. Em laboratório, o material foi triado e as larvas de Chironomidae foram montadas em lâminas para identificação até o nível de gênero. Em seguida, após a retirada das variáveis biológicas, foi realizada uma análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), utilizando uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis. Notou-se uma correspondência entre as variáveis abióticas mesuradas de cada ambiente com os grupos encontrados da família Chironomidae. Essa relação entre os ambientes e os gêneros encontrados mostrou que a urbanização causa alterações nos grupos desses insetos aquáticos bioindicadores, como o aumento de larvas e a diminuição no número de gêneros.

**Palavras-chave:** Atividade antrópica; Bioindicadores; Colonização; Impactos ambientais; Riachos.

### **Abstract**

Research on insect colonization points to anthropic impacts as determining the structuring of this community. The present study aims to analyze the colonization process of Chironomidae in streams with different degrees of anthropic impacts. Nine similar streams in the municipality of Poços de Caldas (MG) were commercialized 12 traps, consisting of polyethylene bottles. The codes were classified according to their environmental protection in Natural Preserved (PN) and Urban Impacted (IU). 100g of *Typha domingensis* was placed in each bottle as substrate. Every fortnight, three bottles were removed from each stream, making a total period of 60 days. In the laboratory, the material was sorted and the Chironomidae larvae were mounted on slides for identification to the genus level. Then, after removing the biological variables, a Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) analysis was performed using a Bray-Curtis dissimilarity matrix. Correspondence was noted between the abiotic variables measured from each environment with the groups found in the Chironomidae family. This relationship between the genera and the genera found showed that urbanization causes changes in the groups of these insects, growing bioindicators, such as an increase in larvae and an increase in the number of genera.

**Keywords:** Anthropogenic activity; Bioindicators; Colonization; Environmental impacts; Streams.

## Resumen

Las investigaciones sobre la colonización de insectos apuntan a los impactos antrópicos como determinantes de la estructuración de esta comunidad. El presente estudio tiene como objetivo analizar el proceso de colonización de Chironomidae en arroyos con diferentes grados de impacto antrópico. Nueve arroyos similares en el municipio de Poços de Caldas (MG) fueron comercializados 12 trampas, compuestas por botellas de polietileno. Los códigos se clasificaron según su protección ambiental en Natural Conservado (PN) y Urbano Impactado (IU). En cada botella se colocaron 100 g de *Typha domingensis* como sustrato. Cada quince días se extrajeron tres botellas de cada corriente, haciendo un período total de 60 días. En el laboratorio, el material se clasificó y las larvas de Chironomidae se montaron en portaobjetos para su identificación a nivel de género. Luego, después de eliminar las variables biológicas, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) utilizando la matriz de disimilitud de Bray-Curtis. Se notó correspondencia entre las variables abióticas medidas de cada ambiente con los grupos encontrados en la familia Chironomidae. Esta relación entre los géneros y los géneros encontrados mostró que la urbanización provoca cambios en los grupos de estos insectos, aumentando los bioindicadores, como un aumento de larvas y un aumento en el número de géneros.

**Palabras clave:** Actividad antropogénica; Bioindicadores; Colonización; Impactos ambientales; Arroyos.

## 1. Introdução

A água representa um dos principais constituintes de todos os organismos vivos, e nas últimas décadas, os recursos hídricos vêm sofrendo alterações devido ao mau uso do homem (Moraes & Jordão, 2002). Essas alterações são cumulativas e, conseqüentemente, afetam as espécies, inclusive a nossa (Moura et al., 2008).

Impactos antrópicos, como agricultura e urbanização, influenciam na qualidade da água e, conseqüentemente, alteram a estrutura da comunidade de corpos hídricos (Vendruscolo et al., 2008). De acordo com o artigo 1º, caput, da RESOLUÇÃO CONAMA nº 001/86, é considerado impacto ambiental, qualquer atividade humana que direta ou indiretamente afete a qualidade dos recursos ambientais. O uso e ocupação do solo disposto ao redor dos rios refletem nas características ambientais e comunidade biológica do corpo d'água em questão, assim, proporcionando informações que demonstram os impactos do homem (Callisto et al., 2000).

De acordo com Biasi et al. (2010), o crescimento antropogênico vem afetando os recursos naturais, dentre eles os recursos hídricos que são de grande importância para a biota aquática. Esses impactos podem acarretar na estrutura e composição da fauna ali presente. Dentre as atividades antrópicas que impactam os recursos hídricos estão: mineração, construção de barragens e represas, retificação e desvio do curso natural dos rios, lançamentos de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação, superexploração de recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros (Goulart & Callisto, 2003).

Os ecossistemas aquáticos sempre foram de grande importância para a sociedade humana, estando relacionados com a questão econômica e, segundo Andrade (2016), também possuem relevância como o fornecimento de recursos naturais e alimentares, recreação e contato com a natureza. Esses ecossistemas associam tudo o que acontece nas áreas próximas, fazendo com que as características ambientais, principalmente a comunidade biológica, deem contribuições sobre as conseqüências da ação do homem (Callisto et al., 2001).

Percebe-se que estudos de macroinvertebrados são extremamente importantes para a avaliação da qualidade ambiental. Baseando-se nessas informações, o presente trabalho consiste na avaliação da colonização e composição faunística em nível de gênero da família Chironomidae, fundamentando-se nas coletas de macroinvertebrados feitas por Andrade (2016).

A grande maioria de riachos de Mata Atlântica sofre com a ação antrópica e os que não sofrem isso, geralmente estão em Áreas de Preservação Permanente e são de pequeno porte (Leite & Bispo, 2010). Este estudo foi realizado na região da cidade de Poços de Caldas, dentro da Mata Atlântica.

O sucesso evolutivo dos insetos pode ser verificado pela grande diversidade de espécies (Merrit & Cummins, 1996). Suas características adaptativas permitiram que sua colonização preenchesse vários habitats e nichos. Dentre as adaptações que proporcionaram esse sucesso destaca-se a capacidade de voo. Nesse grupo, destaca-se a ordem Diptera que tem um importante papel ecológico devido às suas funções como predadores, parasitas e polinizadores (Ribeiro-Costa & Rocha, 2006, p.162). No Brasil, os estudos com insetos começaram em meados do século XVI, no Brasil colonial, desenvolvidos por estrangeiros que passaram por aqui. No entanto, esses manuscritos só foram publicados séculos depois (Rafael, et al. 2012). Quanto a Ecologia de Riachos, essa começou a ser estudada no Brasil a princípio por naturalistas (Hamada, et al., 2014).

A ordem Diptera possui cerca de 150 mil espécies descritas, podendo ser encontrada em praticamente toda a superfície terrestre sendo o mar aberto o único lugar inexplorado por esta ordem, que pode ser encontrada inclusive na Antártica (Pinho, 2008; Alves et al., 2009). No território brasileiro, estão presentes cerca de 8700 espécies, um número relativamente baixo devido ao pequeno número de taxonomistas. De acordo com Rafael et al. (2012), estima-se que existam cerca de 400.000 espécies de Diptera no mundo e cerca de 60.000 espécies dessa ordem no Brasil.

Insetos aquáticos desempenham um importante papel na riqueza e abundância da estrutura ecológica e que podem oferecer subsídios para uma análise de ambientes impactados, por serem considerados como bioindicadoras (Callisto et al., 2004).

Dentre a ordem Diptera está a família Chironomidae, que predominam na forma aquática, de grande importância entre o grupo dos bentônicos de sistemas lóticos (ecossistemas abertos de água corrente) e lênticos (ecossistemas de água parada ou com uma leve correnteza). Mesmo em mesohabitats, suas características são bem distintas (Leite & Bispo, 2010).

Os Chironomidae formam um grupo bastante numeroso e, conforme Suriano (2003), a quantidade de trabalhos que utilizam ecologia e taxonomia é escassa. Um dos motivos que pode influenciar essa questão é a grande demanda de tempo necessária para coletas e identificações, o que proporciona uma quantidade pequena de pesquisas sobre colonização.

Apesar das dificuldades, estudos de colonização e identificação permitem a compreensão da fauna local e suas interações ecológicas. Consequentemente, sabendo que insetos aquáticos têm alto potencial bioindicador, é possível perceber quais são os ambientes mais impactados e que carecem de maior atenção em relação a sua proteção.

Biasi et al. (2010) ressalta a capacidade de tolerância a ambientes adversos dos quironomídeos em explorar diferentes ambientes e em normalmente ser o grupo mais abundante dos que são encontrados em riachos. Sabendo desta qualidade, a avaliação para descobrir quais espécies toleram melhor ambientes mais e menos degradados e sua capacidade de colonização para esses diferentes tipos de ambiente é de extrema importância.

O intuito desse trabalho foi investigar se as alterações nos ecossistemas aquáticos decorrentes do processo de urbanização influenciam na dinâmica de colonização dos táxons da família Chironomidae, para tal, analisamos riqueza, abundância e sucessão de táxons tolerantes ao processo de urbanização

## **2. Metodologia**

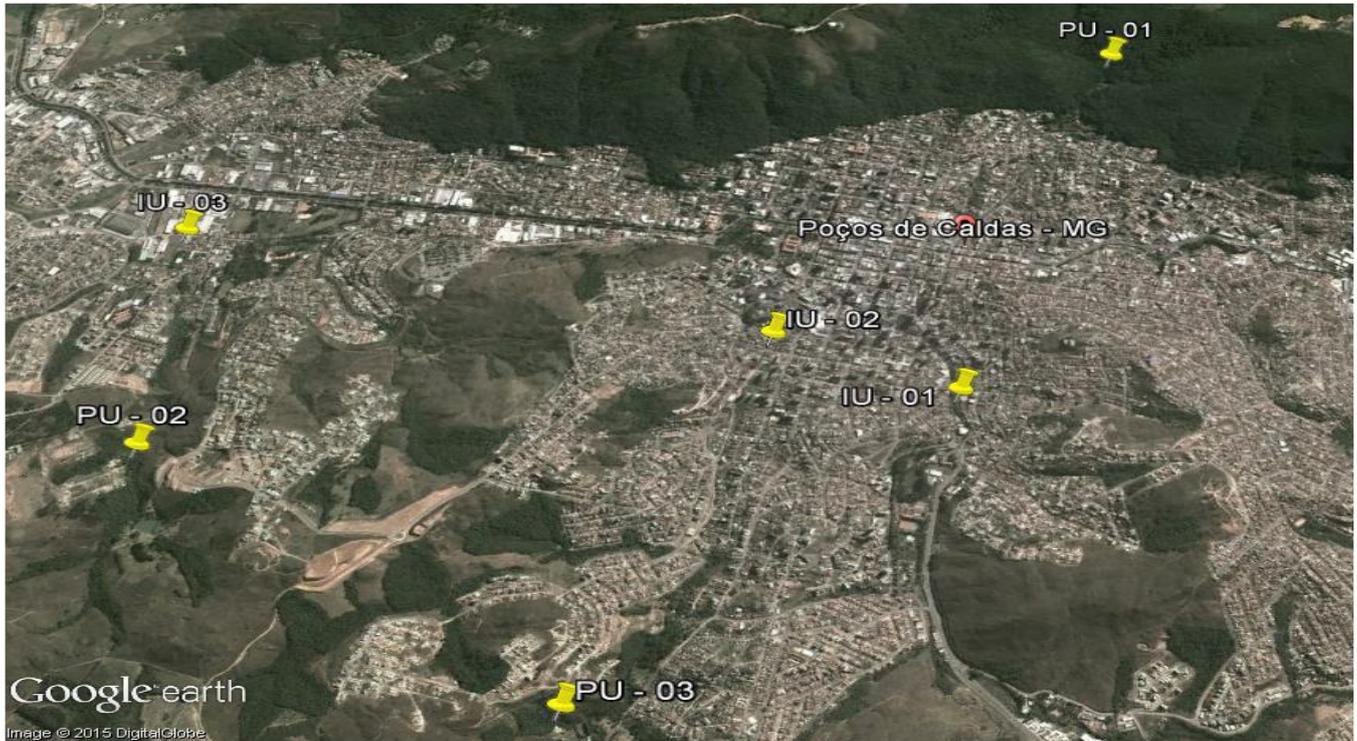
### **2.1 Área de estudo**

As amostras foram coletadas no trabalho de Andrade, (2016) em uma área situada no Planalto de Poços de Caldas, região do sul do Estado de Minas Gerais. A região possui uma altitude de 1200m aproximadamente.

O clima da região é do tipo Cwb segundo a classificação de Koppen e Geiger, (1928), com verão chuvoso e inverno seco (*apud* Sá & Carvalho, 2009).

As amostras foram coletadas em três diferentes tipos de ambiente. Preservado Natural (PN), Preservado Urbano (PU) e Impactado Urbano (IU), segundo Andrade, (2015). Todas as três se localizam na região do planalto, conforme as figuras abaixo (Figuras 1 e 2).

**Figura 1.** Localização dos riachos mostrados nas áreas urbanas. Município de Poços de Caldas, Minas Gerais (Preservado Urbano – PU; Impactado Urbano – IU).



Fonte: Andrade (2016).

**Figura 2.** Localização dos riachos mostrados nas áreas naturais no Município de Caldas, Minas Gerais (Preservado Natural - PN).



Fonte: Andrade (2016).

A área denominada de Preservado Natural (Figura 2) se localiza no município de Caldas – MG. Situa-se na Área de Proteção Ambiental do Santuário Ecológico da Pedra Branca. Segundo Rodrigues (2013) (*apud* Andrade, 2016), a área pertence ao bioma Mata Atlântica com o clima tropical úmido e temperaturas mais suaves devido à altitude da região. Os três pontos de coletas nessa área foram denominados de PN-01, PN-02 e PN-03.

Já a área que sofre pela urbanização foi chamada de Preservada Urbana e Impactada Urbana (Figura 1). Essa se localiza no município de Poços de Caldas, uma cidade com uma população de aproximadamente 150 mil habitantes, segundo o último censo do IBGE (2010). Riachos de baixa ordem são abundantes nessa região e foram divididos em dois tipos: PU, para riachos preservados ou pouco alterados (PU-01, PU-02, PU-03), e IU para riachos urbanos impactados (IU-01, IU-02, IU-03).

## 2.2 Delineamento e amostragem

A caracterização da integridade ambiental dos córregos selecionados foi realizada aplicando o Protocolo de Avaliação Rápida para rios adaptado por Callisto et al. (2002) a partir de Hanford et al. (1997) e da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) – EPA 1987 (Andrade, 2016). Além disso, em cada ambiente foram feitas medidas da temperatura de água, pH, concentração e saturação de oxigênio dissolvido e solos totais dissolvidos utilizando-se de um aparelho multiparâmetro Horiba® U-53.

Para se determinar o processo de colonização dos macroinvertebrados bentônicos (aqui, especificamente os Chironomidae) foram instaladas 12 garrafas de polietileno - modelo adaptado de Queiroz et al., (2007) em um trecho de 50 metros de cada córrego. Em cada garrafa foram colocadas 100g de folhas de *Typha domingensis* (Figura 3).

**Figura 3.** Esquema de coletor com *Typha domingensis*.

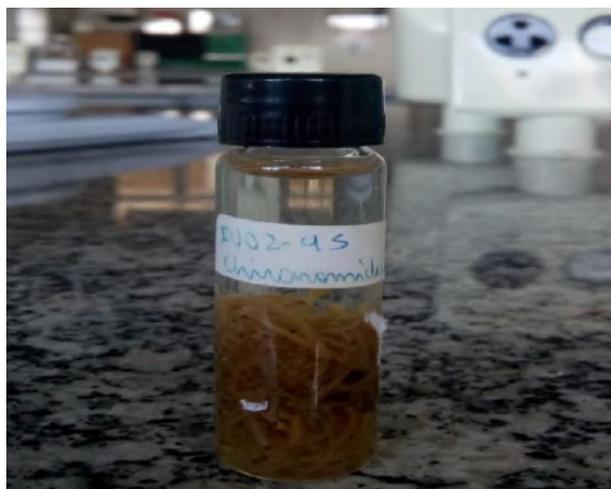


Fonte: Queiroz et al. (2007).

Os experimentos foram montados em julho de 2015, propositalmente num período de estiagem para evitar perdas de amostras. As retiradas das triplicatas de garrafas (três garrafas/período) foram realizadas com 15, 30, 45 e 60 dias de experimentos. Cada garrafa em cada córrego foi considerada uma unidade amostral.

A triagem dos organismos foi feita em bandeja iluminada, sendo que estes foram fixados e preservados em frascos (Figura 4) contendo álcool 70%.

**Figura 4.** Exemplo de frasco de preservação de Chironomidae, onde esses foram preservados em álcool 70%.



Fonte: Autores.

Para a identificação desses organismos, o material foi levado para o laboratório de zoologia da UNIFAL-MG, onde houve a montagem das lâminas dessas larvas.

O processo de montagem das lâminas foi baseado no método de Sæther, (1969) com algumas adaptações. Primeiramente as larvas foram passadas dos frascos onde estavam fixadas no álcool 70% para um frasco de tamanho igual com uma solução de KOH 10% aquoso, onde o material permanecia em banho num período de 1 a 3 dias. Em alguns casos, quando o frasco possuía um grande número de larvas, essas eram distribuídas em mais de um frasco para

um melhor efeito da solução de KOH 10%. Esse método, chamado de diafanização, tem como objetivo manter apenas o exoesqueleto, sem a musculatura, facilitando a identificação dos gêneros.

Para a interrupção da reação do KOH aquoso, passaram-se as larvas para um frasco com ácido acético 15% por um período de 10 minutos. Já para a estabilização desse material, as larvas foram transferidas do ácido acético 15% para o primeiro banho de álcool 70% durante 10 minutos. Depois, para o segundo banho de álcool 70%, esse para que não haja nenhum resíduo das soluções acima, durante um período mínimo de 15 minutos e sem um período máximo estipulado, pois as larvas poderiam ser preservadas nessas condições por tempo indeterminado.

Para a montagem da lâmina em questão, pegaram-se os organismos já estabilizados no álcool 70% e os banharam em três banhos de álcool de 10 minutos cada. Os álcoois usados nessa última fase eram de 93-96%. A partir daí as larvas foram levadas uma a uma para um estereoscópio modelo Serija XTJ – 4400D. Nessa parte, através de dois alfinetes prendidos em duas hastes de madeira, um alfinete em cada, a cabeça de cada larva foi separada do resto do corpo, todo esse procedimento feito sobre uma gota de resina Euparal disposto sobre uma lâmina. Logo após, as duas estruturas (corpo e cabeça) foram expostas. A cabeça de forma ventral e o corpo de forma lateral (Figura 5).

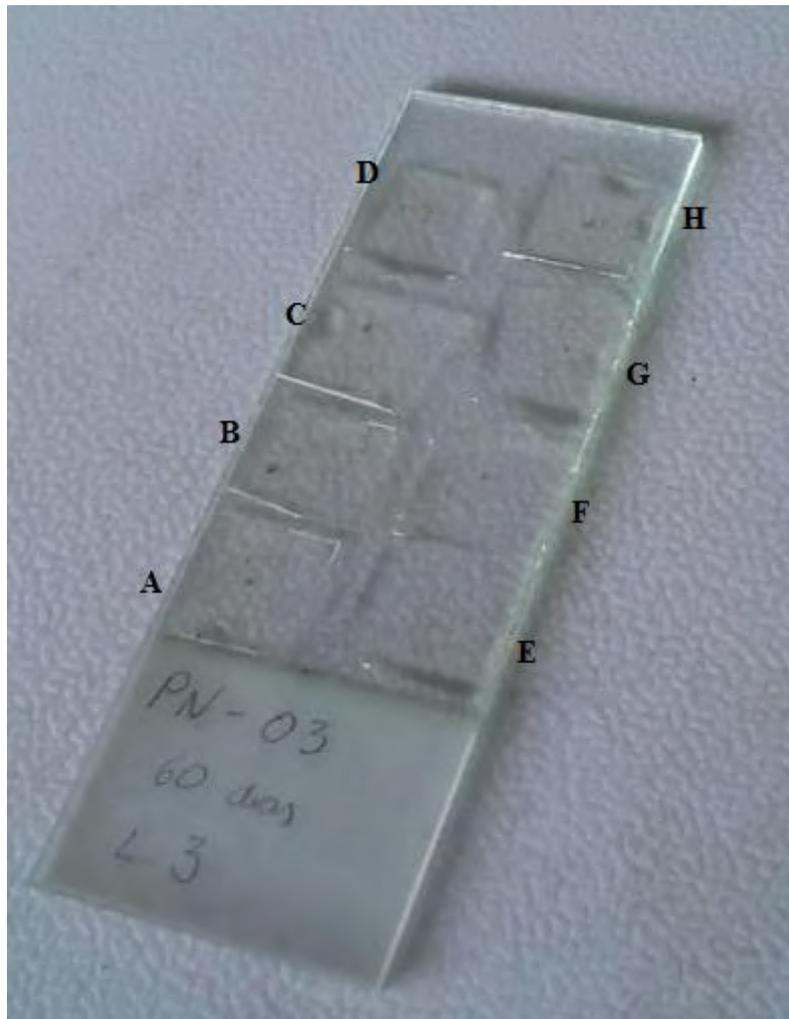
**Figura 5.** Imagem microscópica de uma larva de Endotribelos com cabeça (A) na posição ventral e corpo (B) na posição lateral construída durante a presente pesquisa.



Fonte: Autores.

Posteriormente, as larvas eram sobrepostas com uma lamínula e pressionadas levemente, o suficiente para expor todo o aparato bucal, onde as estruturas das larvas pudessem ser vistas possibilitando a identificação. As larvas foram dispostas nas lâminas, onde estas possuíam oito espécimes imersas em Euparal cada (Figura 6).

**Figura 6.** Lâmina pronta com suas respectivas oito larvas denominadas de A, B, C, D, E, F, G e H para facilitar a identificação.



Fonte: Autores.

Depois de prontas as lâminas de cada larva (Figura 7), os quironomídeos coletados foram identificados com base no Guia de identificação de Chironomidae para o Estado de São Paulo publicado por Trivinho-Strixino (2011) e o livro Chironomidae of the Holarctic Region, ambos direcionados para identificação de quironomídeos na fase larval. Também para auxiliar a identificação, o site [chirokey.skullisland.info](http://chirokey.skullisland.info) foi de grande ajuda devido as descrições e imagens disponíveis para comparação.

**Figura 7.** Lâmina de um Endotribelos oriunda de um ambiente Preservado Natural pronta para identificação.



Fonte: Autores.

### 2.3 Análise de dados

Primeiramente foi calculada a abundância total (N). Além disso, também se calcularam as métricas biológicas: diversidade ( $H'$ ) - utilizando-se o índice de Shannon; dominância (D) - medida pelo índice de Simpson; equitatividade (J) - estimada pelo índice de Pielou; riqueza ponderada (Mg) - estimada pelo índice de Margalef. Para examinar a similaridade das assembleias de quironomídeos entre as áreas de riachos preservados e impactados foi realizada uma análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), utilizando uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis calculada a partir de dados de abundância logaritimizadas. Todos esses índices e cálculos foram feitos através do software Past (versão 3.21).

### 3. Resultados e Discussão

Estudos sobre quironomídeos ainda são escassos. Entender a forma que essa família se utiliza da colonização é importante baseando-se na ideia de que esse grupo reflete os impactos ambientais causados pelo homem. Foi possível notar que os impactos antrópicos afetaram diretamente a estrutura desse grupo.

Nas estruturas das larvas identificadas, os túbulos abdominais estavam presentes apenas nos indivíduos do ambiente Impactado Urbano, o que reforça a ideia de que esses túbulos estão associados à baixa oxigenação do ambiente. Porém, outros estudos devem ser feitos para a concretização dessa afirmação.

Houve também a presença de espécimes com deformidades físicas, principalmente dos animais coletados em ambientes impactados, o que pode ser devido aos poluentes físico-químicos presentes no ambiente analisado.

A presença de gêneros não identificados também ocorreu. Alguns animais não possuíam todas as características das chaves utilizadas para a identificação. Quando a diferença da chave para o animal não era exorbitante, poderia ser classificado apenas como uma deformidade. Mas também aconteceu de várias características não coincidirem com a chave. Isso pode sugerir novos gêneros ou morfoespécies encontradas, mas ainda precisa de pesquisas feitas por especialistas da área nesses mesmos ambientes para que possam identifica-los como sendo ou não um novo grupo, utilizando desde o ovo até o adulto.

Os resultados foram satisfatórios. Das cinco subfamílias que se apresentam no Brasil, três foram encontradas. Isso mostra a alta quantidade de larvas coletadas. Dos mais de 350 gêneros válidos que existem no mundo, aproximadamente 10% deles foram identificados nesse presente estudo nessa região do Sul de Minas Gerais, porém, ainda há como fazer um levantamento mais específico sobre essa família.

As variáveis limnológicas foram mesuradas para fazer um paralelo quanto à colonização de insetos aquáticos. Segundo Andrade, (2016), essas variáveis são determinantes na comunidade desses insetos aquáticos. Depois, foi tirada a média como mostra na Tabela 1.

A partir dos dados, os riachos urbanos impactados apresentaram maiores valores de sólidos totais dissolvidos (TDS), variando entre 0,053 mg/L e 0,065 mg/L, que os demais riachos preservados. Os valores de oxigênio dissolvido foram maiores em ambientes preservados, que oscilou entre 11,26 mg/L e 13,43 mg/L. Os valores de condutividade foram mais altos na área urbana impactada (0,083  $\mu$ S/m a 0,102  $\mu$ S/m) quando comparados com a área urbana preservada (0,014  $\mu$ S/m a 0,017  $\mu$ S/m) e a área natural (0,010  $\mu$ S/m a 0,027  $\mu$ S/m). A temperatura variou entre 12,8 °C e 19,22 °C dentre os três tipos de ambientes. Em Preservado Natural a temperatura foi mais baixa seguida pela média de temperatura de Preservado Urbano e posteriormente Impactado Urbano com as temperaturas mais elevadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Média e desvio padrão dos três tipos de ambientes (Preservado Natural - PN, Preservado Urbano - PU e Impactado Urbano - IU) em seus 12 pontos distintos.

Variáveis abióticas						
Ponto	pH	Cond. ( $\mu\text{S.m-1}$ )	OD ( $\text{mg. L}^{-1}$ )	OD (%)	TDS	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )
PN – 15 dias	6,49 (0,38)	0,022 (0,008)	11,26 (0,68)	109,38 (28,76)	0,014 (0,006)	15,49 (0,56)
PN – 30 dias	6,44 (0,80)	0,010 (0,005)	11,91 (0,72)	120,46 (5,75)	0,010 (0,003)	14,54 (1,45)
PN – 45 dias	6,18 (0,66)	0,027 (0,005)	11,84 (1,04)	118,65 (32,37)	0,017 (0,005)	14,40 (1,45)
PN – 60 dias	6,49 (0,51)	0,033 (0,002)	13,43 (0,62)	141,65 (8,29)	0,035 (0,052)	12,80 (0,59)
PU – 15 dias	6,74 (0,51)	0,014 (0,005)	11,70 (0,46)	121,39 (7,43)	0,009 (0,004)	14,75 (2,63)
PU – 30 dias	6,40 (0,35)	0,016 (0,008)	11,59 (1,31)	117,92 (9,14)	0,010 (0,005)	14,72 (2,65)
PU – 45 dias	6,82 (0,60)	0,015 (0,006)	10,73 (1,31)	114,28 (31,84)	0,010 (0,003)	19,38 (1,23)
PU – 60 dias	6,73 (0,45)	0,017 (0,007)	10,07 (0,59)	113,58 (21,14)	0,011 (0,005)	17,46 (0,67)
IU – 15 dias	6,59 (0,36)	0,100 (0,070)	10,27 (0,47)	119,66 (9,74)	0,053 (0,020)	15,88 (0,73)
IU – 30 dias	6,44 (0,19)	0,083 (0,020)	10,31 (0,54)	127,48 (17,74)	0,053 (0,020)	15,14 (0,81)
IU – 45 dias	6,80 (0,21)	0,100 (0,040)	10,53 (0,61)	116,53 (11,66)	0,065 (0,030)	14,85 (0,50)
IU – 60 dias	7,00 (0,85)	0,102 (0,040)	9,83 (0,93)	111,63 (16,64)	0,065 (0,030)	19,22 (0,76)

Fonte: Andrade (2016).

### 3.1 Presença de subfamílias e gêneros

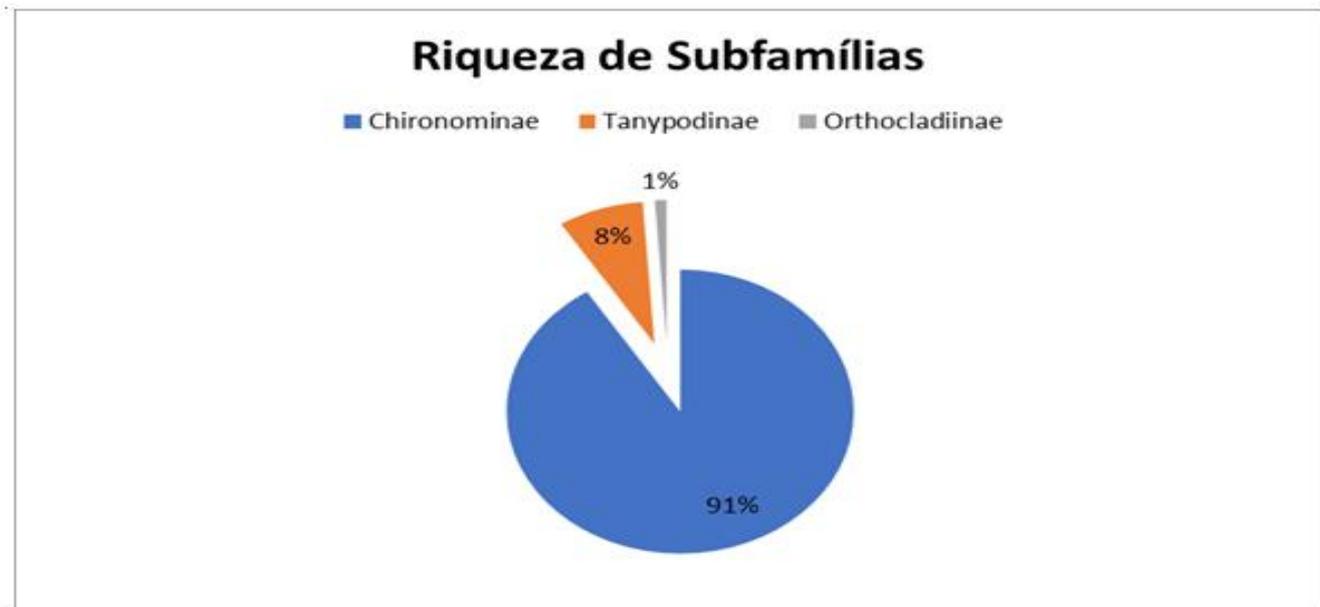
Foram totalizados 2122 espécimes que se distribuíram em 37 gêneros (como mostram as tabelas 2, 3 e 4). De acordo com os dados tabelados, as duas subfamílias que possuíam maior riqueza de gêneros foram Chironominae (90,95%) e Tanypodinae (7,96%) como mostra a Figura 8. Dessas, Chironominae e Tanypodinae estiveram presentes em todos os três tipos de ambientes (Preservado Natural, Preservado Urbano e Impactado Urbano). Orthoclaadiinae foi a subfamília com o menor número de gêneros e esteve presente nos ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano apenas (Figura 8).

Dentro de Chironominae, o gênero mais abundante foi o grupo *Chironomus*, como foi representado graficamente. Esses totalizaram 1431 quironomídeos, o que torna esse gênero o mais dominante dentre todos os gêneros coletados de todas as subfamílias. *Cladotanytarsus*, *Constenpellina*, *Goeldichironomus* e *Pseudochironomus* tiveram apenas um espécime para representar cada gênero desses. O gênero *Endotribelos* foi o segundo com o maior número dentre todos os quironomídeos. *Chironomus* e *Endotribelos* foram os únicos gêneros presentes em todos os três tipos de ambientes analisados, porém suas abundâncias variaram muito de acordo com o ambiente avaliado.

Os Tanypodinae formaram também uma subfamília abundante, totalizando 15 gêneros. Os gêneros *Ablabesmyia* e *Fittkauimyia* foram os gêneros mais abundantes de quironomídeos nessa subfamília, totalizando 41 cada. *Fittkauimyia* e *Thienemannimyia* foram os únicos presentes em todos os tipos de ambientes (PN, PU, IU). *Alotanypus*, *Clinotanypus* e *Labrindinia* foram os gêneros com a menor abundância de quironomídeos (um exemplar de cada).

O grupo Orthoclaadiinae foi o que demonstrou uma menor riqueza de gêneros (sete). Os gêneros mais abundantes dessa subfamília foram *Metriocnemus* e *Parametriocnemus*, com quatro e 14 exemplares respectivamente.

**Figura 8.** Riqueza de subfamílias encontradas nos riachos.



Fonte: Autores.

**Tabela 2.** Gêneros identificados de acordo com o ambiente Preservado Natural (PN) e seus devidos períodos de colonização (15 dias, 30 dias, 45 dias e 60 dias).

	Gênero	PRESERVADO NATURAL 1				PRESERVADO NATURAL 2			PRESERVADO NATURAL 3	
		15dias	30dias	45dias	60dias	15dias	30dias	45dias	45dias	60dias
Chironominae	<i>Aedokritus</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Beardius</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	<i>Caladomyia</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	<i>Chironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	<i>Endotribelos</i>	60	32	28	17	15	34	11	59	8
	<i>Goeldichironomus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Oukuriella</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0
	<i>Paratanytarsus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0
	<i>Polypedilum</i>	3	9	11	6	0	5	1	21	5
	<i>Pseudochironomus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Rheotanytarsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	23	0
	<i>Stenochironomus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	<i>Tanytarsus</i>	2	8	3	7	4	4	0	11	0
Tanypodinae	<i>Ablabesmyia</i>	2	2	5	13	1	4	0	3	5
	<i>Alotanypus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Brundiniella</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Clinotanypus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Djalmabatista</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Fittkauimyia</i>	0	0	13	0	5	6	1	4	5
	<i>Hudsonimyia</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	<i>Larsia</i>	0	2	2	0	0	0	4	2	1
	<i>Macropelopia</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Parapentaneura</i>	0	0	1	0	1	0	3	9	1
	<i>Pentaneura</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0
	<i>Procladius</i>	1	6	0	0	0	0	2	0	1
	<i>Thienemannimyia</i>	0	0	0	4	0	0	0	1	0
<i>Zavrelymia</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
Orthoclaadiinae	<i>Corynoneura</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Cricotopus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Gymnometriocnemus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Metriocnemus</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	<i>Parametriocnemus</i>	0	0	3	0	0	0	0	8	0
	<i>Thienemanniella</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL	73	63	81	49	29	55	23	154	27	

Fonte. Dados da pesquisa.

**Tabela 3.** Gêneros identificados de acordo com o ambiente Preservado Urbano (PU) e seus devidos períodos de colonização (15 dias, 30 dias, 45 dias e 60 dias).

Gênero	PRESERVADO URBANO 1			PRESERVADO URBANO 2				PRESERVADO URBANO 3	
	15dias	45dias	60dias	15dias	30dias	45dias	60dias	15dias	45dias
<i>Beardius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chironomus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cladotanytarsus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Constempellina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Endotribelos</i>	1	9	1	33	4	2	3	1	3
<i>Polypedilum</i>	0	14	1	5	4	0	2	0	0
<i>Stenochironomus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i>	0	0	0	2	1	0	0	2	1
<i>Brundiniella</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Djalmabatista</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Fittkauimyia</i>	0	0	1	0	3	0	1	0	0
<i>Labrundinia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Larsia</i>	0	0	0	2	1	1	0	0	0
<i>Parapentaneura</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pentaneura</i>	0	1	0	7	6	0	0	0	0
<i>Procladius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Thienemannimyia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Zavrelymia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Metriocnemus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nanocladius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Parametriocnemus</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>57</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 4.** Gêneros identificados de acordo com o ambiente Impactado Urbano (IU) e seus devidos períodos de colonização (15 dias, 30 dias, 45 dias e 60 dias).

Gênero	IMPACTADO URBANO 1				IMPACTADO URBANO 2				IMPACTADO URBANO 3		
	15dias	30dias	45dias	60dias	15dias	30dias	45dias	60dias	15dias	45dias	60dias
<i>Chironomus</i>	236	149	196	100	121	152	160	129	93	30	62
<i>Endotribelos</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fittkauimyia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Thienemannimyia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>150</b>	<b>196</b>	<b>100</b>	<b>121</b>	<b>152</b>	<b>160</b>	<b>129</b>	<b>95</b>	<b>31</b>	<b>62</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

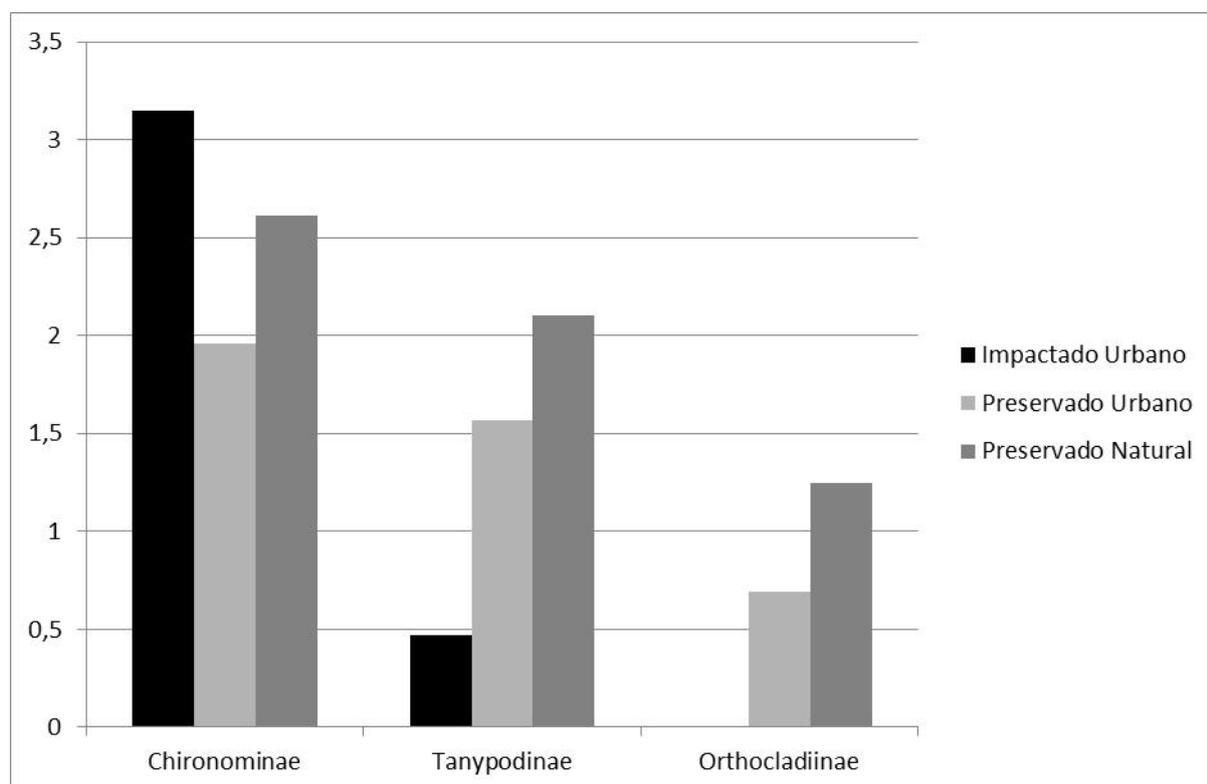
Dentre esses grupos foram encontrados 1930 Chironominae, 169 Tanypodinae e apenas 23 Orthoclaadiinae. A quantidade de Chironominae prevaleceu em relação às outras subfamílias.

Dos 1930 Chironominae presentes nas amostras, 1430 estavam em ambientes Impactado Urbano. Nesse mesmo tipo de ambiente, foram registrados apenas três espécimes da subfamília Tanypodinae e nenhum da subfamília Orthocladiinae.

Em ambientes Preservado Urbano, 92 espécimes totalizaram a subfamília Chironominae, seguido por 38 Tanypodinae e cinco Orthocladiinae.

Para Preservado Natural, 408 espécimes de Chironominae foram identificados. De Tanypodinae, 128 e 18 de Orthocladiinae. A colonização feita por Chironominae foi maior entre as três subfamílias encontradas, seguida por Tanypodinae e Orthocladiinae respectivamente (Figura 9).

**Figura 9.** Gráfico logaritimizado de relação entre espécimes, subfamília e ambiente onde foram encontrados.



Fonte: Autores.

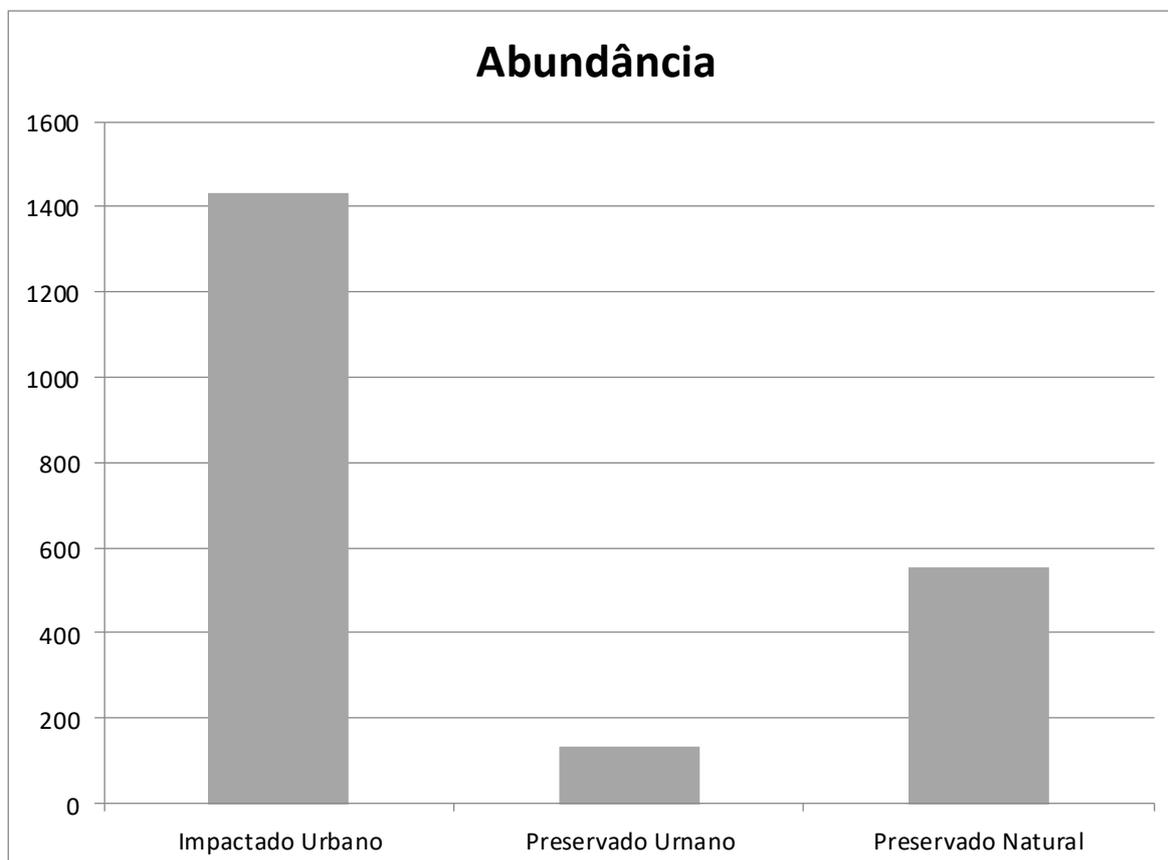
### 3.2 Ambientes analisados

Em meio aos três tipos de ambientes analisados, o Impactado Urbano possuiu o maior número de indivíduos de Chironomidae, totalizando 1433 espécimes (Figura 10). Entretanto esse ambiente possui a menor riqueza (quatro gêneros).

O ambiente Preservado Urbano foi o que possuiu menor abundância por ambiente (135 indivíduos). Esse ambiente totalizou 22 gêneros distintos, sendo o segundo ambiente com a maior riqueza de grupos. Apesar de esse ambiente possuir uma quantidade de gêneros menor do que o Preservado Natural, ambos abrangeram todas as três subfamílias citadas no presente trabalho como possíveis de serem encontradas (Chironominae, Tanypodinae e Orthocladiinae).

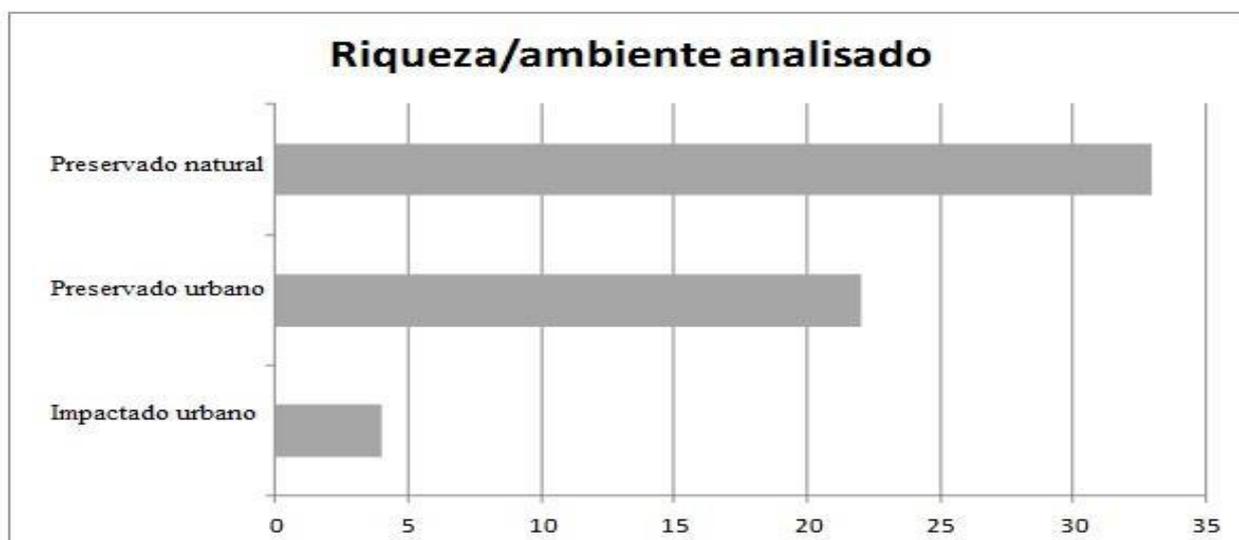
O Preservado Natural foi o ambiente com a maior riqueza (Figura 11), totalizando 33 gêneros. Em questão ao número de indivíduos, foi o ambiente com o segundo maior número, somando 554 espécimes. Esse ambiente também incluiu todas as três subfamílias.

**Figura 10.** Gráfico de abundância de espécimes por ambiente analisado.



Fonte: Autores.

**Figura 11.** Gráfico de número de gêneros identificados relacionados a cada ambiente em que foram encontrados.



Fonte: Autores.

### 3.3 Índices ecológicos

Como observado na (Tabela 5) os índices ecológicos mensurados tiveram valores semelhantes em relação aos pontos Preservado Natural (PN) e Preservado Urbano (PU) se distanciando minimamente somente no índice de riqueza ponderada de Margalef com ligeira vantagem da área Preservada Natural (PN). Já a área Impactada Urbana (IU) ficou com os valores menos expressivos entre às outras áreas, ficando acima somente no índice de equitabilidade de Pielou sobre os demais pontos de coletas.

**Tabela 5.** Média e desvio padrão dos índices ecológicos dos três tipos de riachos (Simpson\_1-D, Shannon\_H, Margalef e Equitability\_J de acordo com os nove tipos de ambientes).

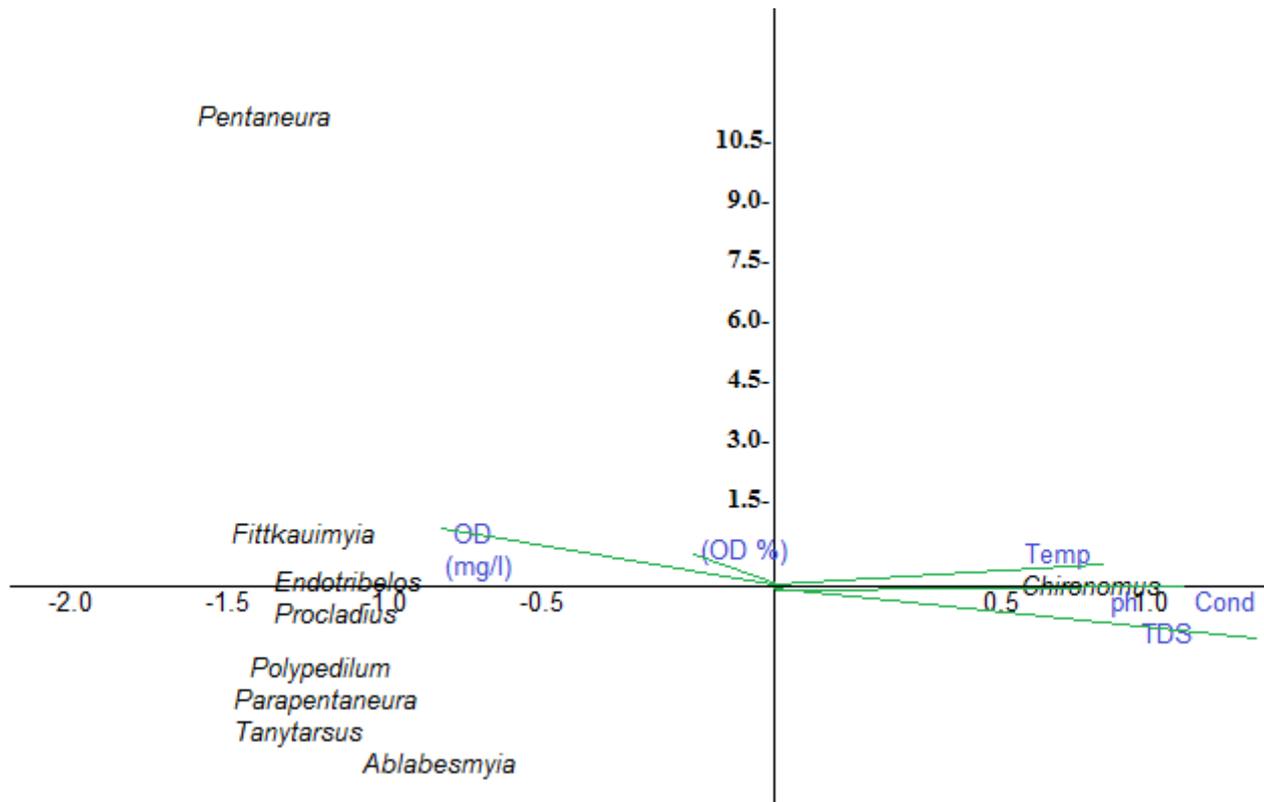
Pontos	Índices Ecológicos			
	<i>D</i>	<i>H'</i>	<i>C</i>	<i>J</i>
N	0,67 (0,023)	1,49 (0,097)	2,15 (0,341)	0,6 (0,0)
PU	0,65 (0,031)	1,26 (0,163)	1,66 (0,426)	0,77 (0,058)
IU	0,5 (0,0)	0,67 (0,058)	0,23 (0,153)	0,83 (0,153)

Fonte: Autores.

### 3.4 Análise de Correspondência Canônica

A Figura 13 exibe a ordenação da CCA para seis variáveis abióticas e os táxons mais expressivos conforme a metodologia nas três áreas de estudo. O eixo 1 apresentou correlação positiva com OD%, Condutividade e TDS e negativa com a temperatura, OD mg. L<sup>-1</sup>, pH e Condutividade elétrica. No eixo 1 cerca de 91% da variabilidade dos dados foram explicados pelas variáveis ambientais. Já o eixo 2 explicou cerca de 9% em função das variáveis ambientais. O eixo 1 segregou espacialmente com a formação de dois grupos com aproximação das áreas preservadas Natural e Urbana e correlação positiva de OD e correlação positiva do táxon *Chironomus* com as variáveis Temp, Cond, pH e TDS. Já o eixo 2 segregou espacialmente 1 grupo com o táxon *Pentaneura* com associação positiva com OD.

**Figura 12.** Análise de Correspondência Canônica.



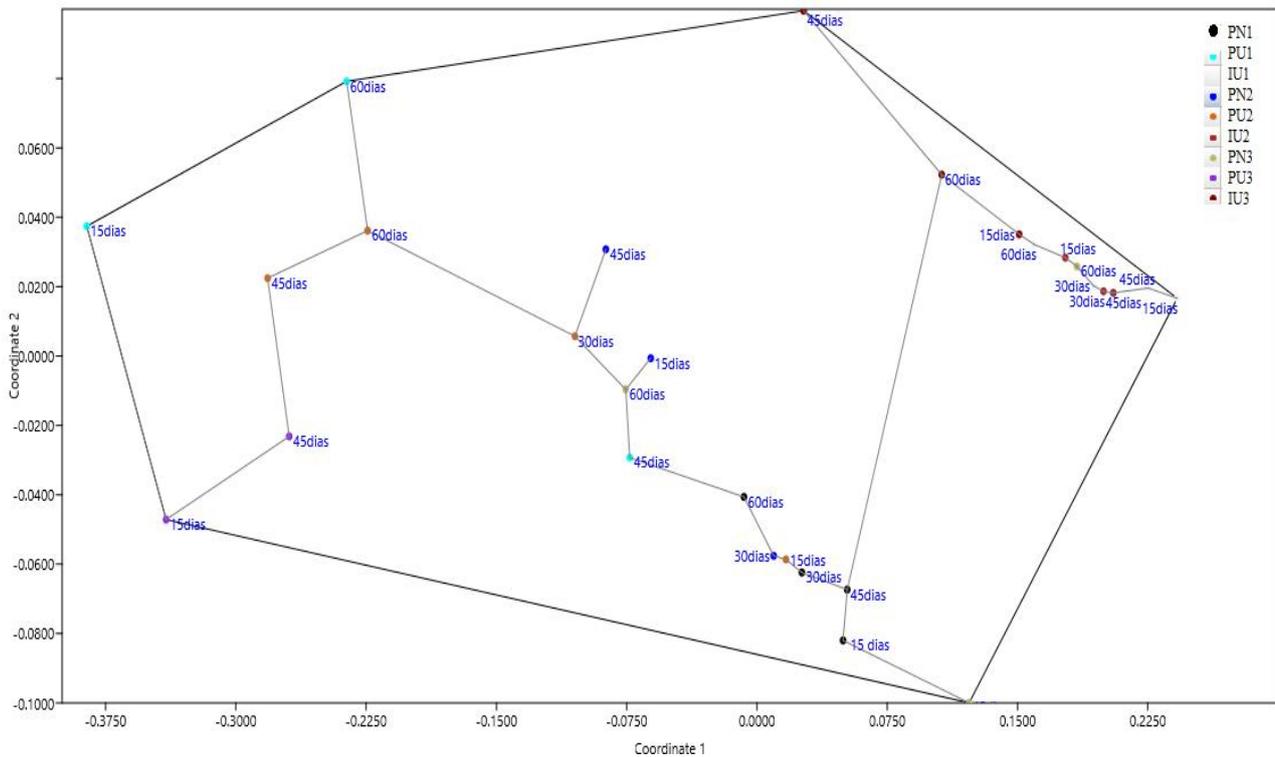
Fonte: Autores.

### 3.5 Colonização

Para o ambiente Impactado Urbano, a maior concentração de indivíduos ocorreu no período de 15 dias, com exceção do Ponto Dois (P2), esse que apesar da coleta de 15 dias ser menor, os números foram mais equiparados. Em Preservado Urbano o período de 15 dias foi o que obteve maior quantidade de espécimes também, porém houve uma perda significativa de animais coletados.

O ambiente Preservado Natural obteve a maior concentração de indivíduos no período de 45 dias. Já em relação à análise de similaridade (Figura 14) de Escalonamento Multi-Dimensional (MDS) (Figura 13) três grupos foram formados um composto por riachos (PU1, PU2 e PU3), outro pelos riachos (PN1, PU2, PU1, PN3 e PN2) e por fim (IU1, IU2 e IU3) indicam que os grupos taxonômicos são distintos entre as áreas de maior preservação e menor, e indicou que os riachos preservados urbanos e preservados naturais são semelhantes estatisticamente.

**Figura 13.** Análise de similaridade de Escalonamento Multi-Dimensional (MDS), Bray curtis



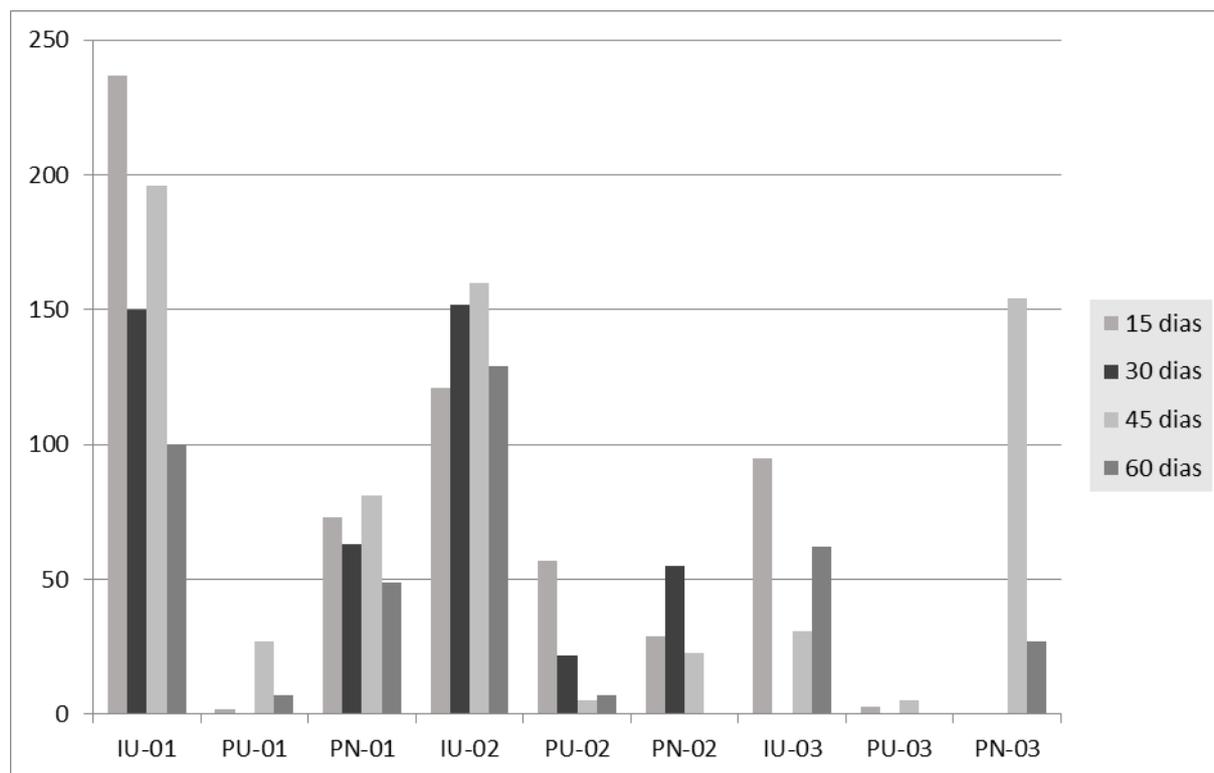
Fonte: Autores.

Para os ambientes Impactados Urbanos a maior concentração de indivíduos ocorreu no IU – 15 dias, esse que quase alcançou 250 espécimes. De acordo com os números obtidos de Impactado Urbano, a colonização para 60 dias não foi a mais expressiva para nenhum ponto em relação a 15, 30 e 45 dias.

Em Preservado Urbano a maior abundância de espécimes obtida por amostra foi no PU – 15 dias com um total de 57 indivíduos.

Para Preservado Natural, PN – 03 45 dias foi o mais abundante somando um total de 154 espécimes. As amostras de 45 dias também foram mais expressivas na maioria dos pontos (Figura 14).

**Figura 14.** Gráfico de número de indivíduos de acordo com o período de colonização.



Fonte: Autores.

### 3.6 Descrição e ecologia dos gêneros encontrados

Foi feita uma breve avaliação correspondente de gêneros e local onde cada um desses foi encontrado. Durante essa avaliação também houveram uma descrição física e uma descrição sobre alguns de seus hábitos.

#### 3.6.1 Chironominae

a) *Aedokritus* Roback: Gênero de larvas pequenas e pouco comuns. Geralmente possuem vida curta. São associadas a macrófitas e mais encontradas em ambientes de águas calmas, como reservatórios, lagos e poças marginais temporárias (Trivinho-Strixino, 2011). Apesar de essas larvas serem mais relacionadas a ambientes lênticos, a utilização de macrófitas nas garrafas de colonização pode ter atraído a presença desse gênero, porém ainda assim apresentou um número amostral bastante reduzido.

b) *Beardius* Reiss & Sublette: Larvas pálidas e pequenas. Gênero neotropical (Trivinho-Strixino, 2011, 2011), Segundo Pinho et al., (2009) (*apud* Andersen et al., 2013) são associados a macrófitas. De acordo com Andersen et al. (2013) são encontrados em ambientes úmidos, córregos e rios. Esse, por ser um gênero mais comum na região, se esperava uma quantidade maior de larvas. A colonização em garrafas pode ter ocasionado essa baixa quantidade de espécimes. A perda dessas larvas na garrafa também pode ter acontecido pelo tamanho reduzido da larva, o que seria perdida com mais facilidade nas garrafas vazadas.

c) *Caladomyia* Sawedal: Larvas variam de pequeno a médio porte, habitam reservatórios, lagos (Andersen et al., 2013) e também em ambientes lóticos associados a macrófitas aquáticas (Trivinho-Strixino, 2011). A presença desse gênero já era esperada por ser de ambientes lóticos e geralmente associadas a macrófitas. Esperava-se uma maior quantidade de espécimes desse gênero.

d) *Chironomus* Meigen: Larvas geralmente de coloração vermelha de médio a grande porte (Andersen et al., 2013). Possui um grande número de espécies, 16 são registradas no Brasil (Trivinho-Strixino, 2011). Habitam ambientes lênticos e lóticos de baixa correnteza, sendo filtradores ou detritívoros de matéria orgânica (Andersen, 2011). Sua grande quantidade nos córregos impactados já era esperada por ser detritívoros de matéria orgânica e possuírem uma grande resistência quanto a baixa quantidade de O<sub>2</sub> dissolvido.

e) *Cladotanytarsus* Kieffer: Larvas de pequeno a médio porte capazes de tolerar vários habitats e condições ecológicas, tendo assim uma distribuição no mundo todo (Andersen et al., 2013). Segundo Trivinho-Strixino, (2011) as larvas são pouco comuns no Brasil, o que fica ainda mais explícito de acordo com esse trabalho que tem uma grande quantidade amostral e dessa conseguiu-se apenas um espécime desse gênero.

f) *Constempellina* Brundin: Larvas relativamente pequenas, podendo chegar a 5 mm de comprimento. São encontradas em lagos e córregos pequenos de leito arenoso (Andersen et al., 2013). Encontrado apenas um espécime, e esse curiosamente estava em um ambiente Preservado Urbano.

g) *Endotribelos* Grodhaus: Larvas de tamanho médio e coloração avermelhada. Apresentam-se em ambientes lóticos florestados associados a algum tipo de substrato e lênticos (Trivinho-Strixino, 2011). Foi um dos gêneros mais abundantes e com uma maior distribuição de acordo com os três pontos avaliados. O gênero mostrou-se bastante resistente as variáveis ambientais, além do que, percebeu-se durante a identificação de lâminas um grande número de diferentes morfoespécies.

h) *Goeldchironomus* Fittkau: Larvas de tamanho médio e coloração avermelhada (Andersen, et al., 2013). Podem formar curtas galerias em pecíolos de plantas aquáticas e são encontradas com frequência em ambientes lênticos (Trivinho-Strixino, 2011), o que pressupõe o baixo número de larvas encontradas no presente trabalho.

i) *Oukuriella* Epler: Larvas de médio porte e coloração avermelhada, geralmente encontrada em córregos associadas a folhas e troncos em decomposição (Trivinho-Strixino, 2011). Foram encontradas algumas larvas desse gênero unicamente em ambientes preservados.

j) *Paratanytarsus* Thienemann & Bause: Segundo Andersen et al., (2013), essas larvas de porte médio, medem até 8 mm e são tolerantes a várias condições ambientais, sendo também encontradas em ambientes lóticos e lênticos. Apesar dessa afirmação, as larvas coletadas nesse trabalho estavam presentes somente em ambientes preservados. Esperava-se que o seu número seria mais alto de acordo com a sua tolerância a vários tipos de ambientes.

k) *Polypedilum* Kieffer: Larvas de 5-14 mm, de cor laranja avermelhada a vermelho escuro, podendo ser encontradas em ambientes lóticos e lênticos (Andersen et al., 2013). É um gênero numeroso em espécies que são encontradas em quase todos habitats aquáticos continentais (Trivinho-Strixino, 2011). São encontrados em sedimentos, plantas aquáticas e outros (Andersen et al., 2013). Foi o terceiro gênero mais abundante. Sua presença ocorreu em ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano. De acordo com os dados desse trabalho, esse gênero mostrou-se intolerante aos ambientes bastante urbanizados.

l) *Pseudochironomus* Malloch: Larvas avermelhadas de tamanho médio, são associadas a cascalhos e ambientes arenosos considerados meso a oligotróficos de correnteza baixa (Andersen et al., 2013). Apenas uma larva desse gênero foi identificada durante o trabalho em questão.

m) *Rheotanytarsus* Thienemann & Bause: Larvas de pequeno a médio porte (até 5 mm), de coloração pálida (Andersen et al., 2013). Geralmente encontradas em sistemas lóticos associadas a diversos substratos como macrófitas, rochas e troncos (Trivinho-Strixino, 2011). Todas as larvas identificadas desse gênero estavam associadas ao ponto Preservado Natural 3. O gênero mostrou-se bastante específico quanto a qualidade do ambiente analisado.

n) *Stenochironomus* Kieffer: Larvas grandes, até 18 mm, variando do vermelho pálido ao vermelho. Vivem como minadoras em vegetação morta, troncos e etc (Andersen et al., 2013). Essas foram encontradas numa pequena quantidade apenas no ambiente Preservado Natural 01 e Preservado Urbano 01.

o) *Tanytarsus* v. d. Wulp: Larvas de médio a grande porte, encontradas em todos os tipos de ambiente aquático (Andersen et al., 2013). São associadas à macrófitas geralmente (Trivinho-Strixino, 2011). Foi o quarto gênero com a maior quantidade de larvas. Essas não estiveram presentes apenas nos ambientes Impactado Urbano 01, 02 e 03. O gênero se mostrou intolerante a ambientes impactados nesse trabalho.

### 3.6.2 Tanypodinae

a) *Ablabesmyia* Johannsen: Comuns em sistemas lênticos e lóticos, eles são frequentemente associados a vegetação aquática (Trivinho-Strixino, 2011). O número de espécimes encontradas nesse trabalho pode sugerir que o número de espécies descritas no Brasil seja maior do que esperado. Foi um dos gêneros mais abundantes dentre os Tanypodinae.

b) *Alotanypus* Roback: De médio à grande porte, as larvas podem chegar até 12 mm e possuem uma capacidade de habitar vários tipos de ambiente, incluindo de águas ácidas (pH 3.9-4.0) (Andersen et al., 2013). Apenas uma larva dessa espécie foi encontrada. Essa estava em um ambiente Preservado Natural.

c) *Brundiniella* Roback: Larvas de tamanho médio (Andersen, et al., 2013) à grande porte (Trivinho-Strixino, 2011). Também são encontradas em ambientes ricos em matéria orgânica, assim como os *Alotanypus* (Trivinho-Strixino, 2011). Apesar dessa afirmação, as três larvas encontradas não estiveram presentes em ambientes impactados, apenas em preservados e semi preservados.

d) *Clinotanypus* Kieffer: Larvas de grande porte de coloração avermelhada (Andersen et al., 2013). São encontradas em vários tipos de ambiente e são facilmente reconhecidas pelo formato da cabeça (Trivinho-Strixino, 2011). Apenas uma larva desse gênero foi encontrada. Essa estava presente em ambiente Preservado Natural.

e) *Djalmabatista* Fittkau: Larvas variam de tamanho pequeno a médio (Andersen et al., 2013). Habitam diversos ambientes e geralmente situam-se em ambientes de sedimentos rasos (Trivinho-Strixino, 2011). As poucas larvas encontradas se dividiram entre os ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano. Seu número foi maior em Preservado Urbano 01 - 60 dias.

f) *Fittkauimyia* Karunakaran: Variam de médio a grande porte, geralmente vivem nas regiões subtropicais do mundo (Andersen et al., 2011). Habitam sedimentos arenosos de ambientes lóticos e litoral de ambientes lênticos (Trivinho-Strixino, 2011). Um dos gêneros mais numerosos em quantidade de larvas coletadas. Um dos poucos gêneros encontrados em todos os três tipos de ambientes, apesar de sua ocorrência ser crescente de acordo com a quantidade de preservação dos pontos.

g) *Hudsonimyia* Roback: Larvas de tamanho médio (até 8 mm.), geralmente são higropétricas ou assimiladas a tapetes de algas (Andersen et al., 2011). Todas as larvas coletadas desse gênero estavam no mesmo ponto Preservado Natural 03 – 45 dias.

h) *Labrundinia* Fittkau: Larvas relativamente pequenas (5 mm) (Andersen et al., 2013). Facilmente encontradas em ambientes lênticos e lóticos e associadas à macrófitas (Trivinho-Strixino, 2011). Apenas uma larva desse gênero coletada em um ambiente Preservado Urbano 02 - 15 dias.

i) *Larsia* Fittkau: Larvas de tamanho pequeno (Andersen et al., 2013) a médio porte (Trivinho-Strixino, 2011). Muito comuns, podendo ser encontradas em todos os tipos de ambientes lênticos e lóticos, associados a sedimentos

rasos ou vegetação aquática (Trivinho-Strixino, 2011). Esteve presente na maioria dos pontos Preservados. Sua ausência em ambientes muito impactados sugere uma especificidade quanto a grandes impactos.

j) *Macropelopia* Thienemann: Larvas variando de tamanho médio à grande (Andersen et al., 2013). Larvas geralmente encontradas em ambientes ricos em detritos orgânicos, como córregos florestados (Trivinho-Strixino, 2011). Essas larvas se mostraram presentes apenas em um ambiente Preservado Urbano 01 – 45 dias.

k) *Parapentaneura* Fittkau & Serrano: Larvas de porte médio, ocorrem geralmente em grandes e pequenos ambientes de água corrente (Andersen et al., 2013) ou associadas a macrófitas em ambientes lênticos (Trivinho-Strixino, 2011). Essas estiveram presentes em quase todos os ambientes Preservados. Ausentes apenas em ambientes impactados.

l) *Pentaneura* Philippi: Larvas de porte médio, ocorrem geralmente em grandes e pequenos ambientes de água corrente (Andersen et al., 2013) ou associadas a macrófitas em ambientes lênticos (Trivinho-Strixino, 2011). Essas também tiveram uma divisão entre os ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano.

m) *Procladius* Roback: Larvas de grande a médio porte, geralmente associadas a ambientes lamacentos lênticos (Andersen et al., 2013). Pela semelhança, podem ser confundidas com o gênero *Djalmabatista*. Também com sua presença apenas em ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano.

n) *Thienemanimyia* Fittkau: Larvas médias, encontradas em ambientes lóticos e lênticos (ANDERSEN et al., 2013), geralmente vivem em ambientes arenosos (Trivinho-Strixino, 2011). Mais um dos Tanypodinae que esteve presente em todos os três tipos de ambientes.

o) *Zavrelimyia* Fittkau: Larvas de tamanho pequeno (Trivinho-Strixino, 2011) a médio (Andersen et al., 2013). São encontradas em ambientes lóticos com vegetação aquática (Trivinho-Strixino, 2011). Seu pequeno número de larvas esteve presente nos ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano.

### 3.6.3 Orthocladiinae

a) *Corynoneura* Winnertz: Larvas pequenas (3mm), são encontradas em todos os tipos de ambientes aquáticos (lóticos e lênticos), geralmente associadas a fissuras de rochas (Andersen et al., 2013). Esse gênero esteve presente apenas em ambiente Preservado Natural 01 – 45 dias.

b) *Cricotopus* van der Wulp: Larvas de tamanho médio habitam todos os ambientes de água doce, são geralmente associados a plantas aquáticas (Andersen et al., 2013). A única larva encontrada desse gênero estava presente no ambiente Preservado Natural 30 dias. O ambiente preservado e as macrófitas utilizadas podem ter proporcionado a sua aparição nessas amostras.

c) *Gymnometriocnemus* Edwards: Larvas de pequeno a médio porte (Andersen et al., 2013), são incomuns e semi-aquáticas, apesar de serem consideradas por alguns autores como terrestre (Trivinho-Strixino, 2011). Esse gênero também só esteve presente em ambiente Preservado Urbano, encontrado na coleta de 45 dias.

d) *Metriocnemus* van der Wulp: Possuem tamanho médio e cores que variam entre azul, violeta e esverdeado e são encontradas em musgos, nascentes, fitotelmata, córregos e outros (Andersen et al., 2013). Esse gênero esteve presente em ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano. Sempre foram encontrados apenas nas coletas de 45 dias.

e) *Nanocladius* Kieffer: Larvas pequenas de coloração amarelada, vivem em córregos, rios, lagos e lagoas, e várias espécies desse gênero são reofílicas (Andersen, et al., 2011). Geralmente são associadas a sedimentos arenosos, folhedos de córregos (Trivinho-Strixino, 2011) ou parasitando outros insetos aquáticos (Plecoptera, Megaloptera,

Odonata, etc) (Andersen et al., 2013). Sua única larva foi encontrada em um ambiente Preservado Urbano na coleta de 15 dias.

f) *Parametriocnemus* Goetghebuer: Larvas de médio a grande porte, vivem em áreas lamacentas e arenosas em ambientes lóticos onde constroem túbulos de areia e detritos (Andersen et al., 2013). As larvas desse gênero foi a mais numerosa quanto a Orthocladiinae. Sua distribuição foi notada em ambientes Preservado Natural e Preservado Urbano, nunca ultrapassando os as coletas de 45 dias.

f) *Thienemanniella* Kieffer: Larvas pequenas (3mm), são encontradas em vários tipos de ambientes lóticos e alguns lênticos (ANDERSEN et al., 2013) e são geralmente associadas a macrófitas (Trivinho-Strixino, 2011). Apenas uma larva encontrada, essa estando presente em Preservado Natural 01 – 45 dias.

### 3.7 Variáveis limnológicas e Análise de Correspondência Canônica

Todos os ecossistemas são dependentes das condições ambientais. Os ambientes aquáticos lóticos principalmente, pois dependem de condições exclusivas para o desenvolvimento dos organismos.

O projeto foi desenvolvido durante estação seca o que pode ter influenciado nos valores das variáveis ambientais e táxons.

De acordo com as variáveis limnológicas obtidas e com a Análise de Correspondência Canônica, as variáveis apresentaram correlação específica com cada gênero expressivo encontrado. O oxigênio dissolvido, essencial no desenvolvimento larval, pode ter sido parte importante da explicação da alta diversidade, porém a baixa concentração de oxigênio dissolvido nos pontos impactados pode ter sido a causa dos menores valores de diversidade de Chironomidae. A densidade no gênero *Chironomus*, por exemplo, em elevada proporção demonstra a capacidade do mesmo de resiliência e domínio dessas áreas. Segundo Vemeaux & Aleya (1998), o oxigênio dissolvido na interface sedimento-água é um dos fatores determinantes na forma de distribuição de Chironomidae.

De acordo com Trivinho-Strixino (2011), as larvas *Chironomus* são encontradas diversas vezes em cursos d'água com baixos teores de oxigênio, o que proporciona seu domínio em relação aos outros gêneros. Este estudo compartilha os resultados obtidos por Corbi & Trivinho-Strixino, (2008).

Segundo Fritzsos et al., (2003), o pH assim como o OD é uma das variáveis mais importantes, porém é uma variável das mais difíceis de interpretar, pois são inúmeros os fatores que influenciam o seu valor, como sólidos e gases dissolvidos, dureza, alcalinidade, temperatura e fatores bióticos. *Chironomus* mostrou preferência também por pH com valores mais altos, já os pontos impactados que obtiveram valores mais baixos indicando pH ácido, tiveram relação principalmente com *Endotribelos* e *Parapentaneura* e a subfamília Orthocladiinae.

Para a variável TDS os números favoreceram o gênero *Chironomus* que são invertebrados detritívoros e necessitam da matéria orgânica para alimentação. Sendo esse gênero um dos mais resistentes a essas variáveis de OD e TDS, diminui a quantidade de disputa por alimentos com outros gêneros que possuem hábitos e fisiologia distintos, o que favorece a sua dispersão.

A condutividade e temperatura também foram fatores importantes, visto que os números dessas duas variáveis estavam mais altos em ambientes impactados. Chironominae foi a que esteve em maior quantidade nesses ambientes, sobretudo as larvas do gênero *Chironomus*.

### 3.8 Índices ecológicos e Análise de Similaridade

Os índices ecológicos utilizados nesse projeto foram eficientes devido ao universo amostral. A aproximação das áreas preservadas, tanto natural quanto urbana, com os devidos dias de colonização corresponde à hipótese desse estudo que ambientes preservados influenciam nas assembleias de Chironomidae no que diz principalmente a diversidade, proporcionando um ambiente muito mais diversificado para essa comunidade. Isso também está de acordo com Bruschi Jr. et al., (2000) que menciona que esses índices são muito bem empregados para córregos de baixa ordem.

A análise de Similaridade também foi eficiente, pois agrupou as áreas preservadas e isolou as impactadas com relação fortemente positiva com os dois eixos muito em função da alta densidade de *Chironomus*, porém demonstrou a devida similaridade estatística em relação as áreas e aos dias de colonização.

## 4. Considerações Finais

Como o esperado, o gênero *Chironomus* se mostrou predominante em ambientes degradados (IU), o que mostra sua capacidade de se desenvolver nesse local devido a sua possível resistência aos ambientes com baixa quantidade de oxigênio e alta quantidade de matéria orgânica. A abundância de indivíduos pode ser decorrente da pouca quantidade de predadores que ocorrem nessa região, já que o ambiente degradado não aborda grande quantidade de animais (peixes, anuros e até outros insetos) resistentes à baixa quantidade de oxigênio e alta influência antrópica.

O resultado também foi satisfatório já para o ambiente Preservado Urbano, que mostrou que apesar da riqueza não ser elevada, possuiu a segunda maior quantidade de gêneros dentre os ambientes analisados. É possível que a baixa quantidade de indivíduos desse ambiente seja a influência antrópica somada à influência de predadores, já que nesse tipo de ambiente, ambos já estão presentes (a presença de Tanyptodinae, por exemplo, onde a maioria das espécies desse grupo podem preda outras larvas de Chironomidae).

Para o ambiente Preservado Natural o resultado também foi como o esperado. Foi o ambiente com o maior número de gêneros da subfamília Orthocladinae, esse grupo que se apresenta geralmente em ambientes com menos influência antrópica. A alta quantidade de gêneros apresentados nesse ambiente também demonstra o seu potencial, pois nele se apresenta estrutura alimentar para todos os tipos de larvas (detritívoras, predadoras, minadoras, raspadoras, coletoras, fragmentadoras e outras). A quantidade de larvas foi a mais equilibrada dentre a colonização, sendo coletadas na maioria dos pontos com um número equiparado de larvas por período (15, 30, 45 e 60 dias). Para os outros ambientes a discrepância foi maior, principalmente no ambiente Impactado Urbano.

As subfamílias e os gêneros demonstraram que a influência da urbanização pode afetar os quironomídeos. Macroinvertebrados bentônicos sempre demonstram alta sensibilidade a isso, principalmente ao grupo Chironomidae. A redução drástica de gêneros comparada entre os três tipos de ambientes deixou evidente o poder da influência antrópica.

A utilização de *Typha domingensis* como substrato utilizado nas garrafas mostrou-se eficaz para o presente trabalho, visto pela gama de gêneros encontrados nos três tipos de ambientes. A abordagem de uma nova espécie de macrófita nativa do ambiente pesquisado seria uma nova alternativa de pesquisa para comparações.

Essa pesquisa abre novas portas para pesquisadores que trabalham com impacto ambiental, urbanização e afins, principalmente corroborados com ambientes aquáticos, um dos principais recursos naturais. Problemas ambientais pela influência antrópica são cada vez mais propícios a acontecer, como sugeriu o presente trabalho, e isso faz com que seja necessária a atenção de profissionais da área para que esses problemas possam ser resolvidos ou ao menos diminuídos.

## Referências

- Alves, W. C. L., Gorayeb, I. D. S., & Loureiro, E. C. B. (2010). Bactérias isoladas de culicídeos (Diptera: Nematocera) hematófagos em Belém, Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 1(1), 131-142.
- Wierderholm, T. (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Larvae, vol. 1. *Entomologica Scandinavica Supplement*.
- Andersen, T., Pinho, L. C., & Mendes, H. F. (2015). Titimbera, a new genus of Orthoclaadiinae from South and Central America (Diptera: Chironomidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 50(2), 96-106.
- Andrade, D. D. P. (2016). Dissertação de mestrado. Como a preservação de riachos urbanos influencia a estrutura da comunidade de insetos aquáticos?
- Beckett, D. C., Aartila, T. P., & Miller, A. C. (1992). Invertebrate abundance on Potamogeton nodosus: effects of plant surface area and condition. *Canadian journal of zoology*, 70(2), 300-306.
- Biasi, C., König, R., Mendes, V., Tonin, A. M., Sensolo, D., SOBCZAK, J., ... & Hepp, L. U. (2010). Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do Alto Uruguai (RS). *Perspectiva*, 34(125), 67-77.
- Bruschi Junior, W., Malabarba, L. R., & Silva, J. F. P. D. (2000). Avaliação da Qualidade Ambiental dos riachos através das Taxocenoses de peixes. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Centro de Ecologia. Carvão e meio ambiente. Porto Alegre: A Universidade, 2000. p. 803-809.*
- Callisto, M., Ferreira, W. R., Moreno, P., Goulart, M., & Petrucio, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasiliensia*.
- Callisto, M., Gonçalves, Jr., J. F. & Moreno, P. (2004). Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. Belo Horizonte.
- Callisto, M., Moretti, M., & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82.
- Carvalho, E. M. D., & Uieda, V. S. (2004). Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2), 287-293.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 001/1986, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jan. 1986.
- Corbi, J. J. & Trivinho-Strixino, S. (2008) Relationship between sugar cane and stream macroinvertebrate communities. *Braz. Arch. Biol. Tecnol*, Curitiba, v. 51, n. 4.
- Dornfeld, C. B., & Fonseca-Gessner, A. A. (2005). Fauna de Chironomidae (Diptera) associada à *Salvinia* sp. e *Myriophyllum* sp. num reservatório do córrego do espraído, São Carlos, São Paulo, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 12, 181-192.
- Fritzsos, E., Hindil, E. C., Mantovani, L. E., & Rizzi, N. E. (2003). Consequências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial. *Floresta*, 33(2).
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental*, 48(2), 109-120.
- Goulart, M. D., & Callisto, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2(1), 156-164.
- Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (2014). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora do INPA, 2014.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Populacional. (2010).
- Leite, R. C. & Bispo, P. C. Distribuição espacial de Chironomidae (Diptera) em riachos da região norte da Serra do Mar, Estado de São Paulo. (2010). Dissertação (Pós Graduação em Entomologia) - Universidade de São Paulo – FFCLRP.
- Buckup, L., Bueno, A. A., Bond-Buckup, G., Casagrande, M., & Majolo, F. (2007). The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. *Revista brasileira de Zoologia*, 24(2), 294-301.
- Mackay, R. J. (1992). Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(3), 617-628.
- Mendes, H., F. & Pinho, L., C. (2006). Diptera: Chironomidae. Ribeirão Preto, 2008. Disponível em <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/chironomidae/chiroindex.htm>. In: Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce>.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt.
- Moraes, G., S. Efeito do Fenantreno na biologia de *Chironomus sancticarioli* Strixino & Strixino (1981) (Chironomidae: Diptera). In: ARMITAGE, P., CRANSTON, P. S. & PINDER, L. C. V. The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges. Paraná: Acervo Digital da UFPR, 2011. p.

- 4-6. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/30527/Monografia%20Gisele%20dos%20Santos%20Morais.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .
- Moraes, D. S. D. L., & Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de saúde pública*, 36, 370-374.
- Moura, M. A. M., Franco, D. A. S., & Matallo, M. B. (2008). Impacto de herbicidas sobre os recursos hídricos. *Revista tecnologia & inovação agropecuária*, 1(1), 142-151.
- Pinho, L.C. 2008. Diptera. Guia on-line. Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.
- Queiroz, J. F., Silveira, M. P., Sitton, M., Marigo, A. L. S., Zambon, G. V., da SILVA, J. R., ... & Ribacinko, D. B. (2007). Coletor de macroinvertebrados bentônicos com substrato artificial para monitoramento da qualidade da água em viveiros de produção de tilápia. *Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica*.
- Rafael, J. A., Melo, G. A. R., Carvalho, C. J. B., Casari, S. A. & Constantino, R. (2012) Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos
- Ribeiro-Costa, C. S., & Rocha, R. M. (2006). Invertebrados: manual de aulas práticas. 2ª edição. *Holos Editora, Ribeirão Preto*.
- Sá Júnior, A. D. (2009). Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. (Dissertação de mestrado) Minas Gerais, Brasil, Universidade Federal de Lavras.
- Saether, O. A. (1969). Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthocladinae. *Bull., Fishries Res. Board Canada*, 170, 154.
- Silva, F. L., Ruiz, S. S., Moreira, D. C., & Bochini, G. L. (2008). Composição e Diversidade de Imaturos de Chironomidae (Insecta, Diptera) no Ribeirão dos Peixes, Dois Córregos, SP. *Revista Brasileira de Biociências*, 6(4).
- Suriano, M. T. (2003). Estudos da fauna de Chironomidae (Diptera) nos córregos galharada, campo do meio e casquilho do parque estadual de Campos do Jordão, SP. Dissertação de mestrado.
- Trivinho-Strixino, S. (2011). Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11, 675-684.
- Trivinho-Strixino, S. (2011). Larvas de Chironomidae: guia de identificação. *São Carlos: UFSCar*, 1(2).
- Vemeaux, V., & Aleya, L. (1998). Spatial and temporal distribution of chironomid larvae (Diptera: Nematocera) at the sediment—water interface in Lake Abbaye (Jura, France). In *Oceans, Rivers and Lakes: Energy and Substance Transfers at Interfaces* (pp. 169-180). Springer, Dordrecht.
- Vendruscolo, M. S., Biasi, C., Restello, R. M., & Hepp, L. U. (2008). Efeito de metais Cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 30(3), 283-289.