

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – UNIFAL-MG**

**Eduardo Brito Costa**

**Distribuição de larvas de Chironominae (Insecta: Diptera: Chironomidae) em cursos d'água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo no Município de Cabo Verde, MG.**

**ALFENAS - MG  
2015**

**Eduardo Brito Costa**

**Distribuição de larvas de Chironominae (Insecta: Diptera: Chironomidae) em cursos d'água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo no Município de Cabo Verde, MG.**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Pesquisa: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Orientador: Paulo Augusto Zaitune Pamplin

Coorientador: Humberto Fonseca Mendes

**ALFENAS - MG  
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Costa, Eduardo Brito.

“Distribuição de larvas de Chironominae (Insecta: Diptera: Chironomidae) em cursos d’água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo no Município de Cabo Verde, MG” / Eduardo Brito Costa. -- Alfenas - MG, 2015.

54 f.

Orientador: Paulo Augusto Zaitune Pamplim.  
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) -  
Universidade Federal de Alfenas, 2015.  
Bibliografia.

1. Chironomidae. 2. Usos do Solo. 3. Monitoramento Ambiental.  
I. Pamplim, Paulo Augusto Zaitune. II. Título.

CDD-577

**“Distribuição de larvas de Chironominae (Insecta: Diptera: Chironomidae) em cursos d’água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo no Município de Cabo Verde, MG”**

A Banca julgadora, abaixo assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Pesquisa: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Aprovada em: 27 de novembro de 2015.

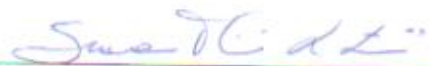
Prof. Dr. Paulo Augusto Zaitune Pamplin  
Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura:



Dra. Susana Trivinho Strixino  
Instituição: UFSCar

Assinatura:



Profa. Dra. Mercedes Rosa Marchese  
Instituição: INALI (Argentina)

Assinatura:



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela dádiva da vida.

Aos Meus Pais, pela vida, por todo amor, apoio e compreensão nos momentos difíceis.

À minha namorada Laís, por todo amor e carinho a mim dispensado, pela amizade, por estar comigo todos esses anos sendo minha companheira e por todo apoio e ajuda nos momentos difíceis.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Paulo Augusto Zaitune Pamplin, por ter me concedido a oportunidade de realizar o mestrado e pela ajuda na confecção deste trabalho.

Ao meu Co-orientador Prof. Dr. Humberto Fonseca Mendes, por toda a ajuda na identificação do material e pelos ensinamentos sobre o grupo Chironomidae.

Ao meu amigo Ezequiel (Ferpa) por todo apoio, toda a compreensão, por se dispor a ajudar e assumir as responsabilidades em meu tempo longe da nossa confecção.

Aos meus amigos “irmãos da pós” Carlos, Aline, Douglas e Júlio pelas conversas, cafés, ajuda, sugestões enfim, obrigado pela ajuda e companheirismo.

Aos técnicos da Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL-MG campus de Poços de Caldas, João, Carlos, Flávia, Alessandra, pela amizade e por toda a ajuda.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria José dos Santos Wisniewski (Zezé), pela amizade e ensinamentos sobre limnologia.

A todas as pessoas do Laboratório de Limnologia (Alfenas), pela amizade e companheirismo.

Ao Wilson (cabelinho), Chiquinho, Ademir, Rodrigo, Bil e todos os outros amigos que dividiram a residência em Poços de caldas e propuseram uma convivência amigável em todos os dias que passei por lá.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental - PPGETA por todos os ensinamentos.

A CAPES pelo apoio financeiro.

E por fim e não menos importante, gostaria de agradecer a todos, que por algum descuido não citei, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

No Brasil, o uso da família Chironomidae como variável resposta sobre a influência de diferentes usos do solo é bem conhecido, porém estudos usando as subfamílias ainda é escasso, principalmente para o estado de Minas Gerais. O objetivo deste trabalho foi comparar a composição taxonômica e distribuição das larvas da subfamília Chironominae em cursos d'água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo, no município de Cabo Verde, Minas Gerais. As coletas foram realizadas em oitos córregos com diferentes usos adjacente do solo (pastagem, monocultura de café e cana-de-açúcar, áreas reflorestadas e áreas com presença de mata atlântica preservada) no período chuvoso (janeiro/2014) e seco (julho-agosto/2014). Os organismos foram coletados através do método de varredura, utilizando uma rede do tipo "D" buscando amostrar todos os biótopos possíveis em um trecho de 50 metros no tempo de três minutos. A caracterização dos córregos estudados foi realizada através da aplicação de um protocolo de avaliação rápida, classificação granulométrica e compostos orgânicos do sedimento e determinadas as variáveis limnológicas como temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Neste estudo foi realizada a análise de componentes principais (PCA) para relacionar as variáveis abióticas aos pontos de amostragem, a análise de escalonamento multidimensional (MDS) para determinar a similaridade na composição da fauna aos pontos com diferentes usos do solo e a análise de redundância (RDA) foi usada para relacionar as variáveis ambientais que mais influenciaram as assembleias de Chironominae. No total foram coletadas 3790 larvas de Chironominae, sendo os táxons *Polypedilum*, *Endotribelos*, *Phaenopsectra*, *Tanytarsus* e *Chironomus* os mais abundantes, respectivamente. Este estudo mostrou diferença significativa na diversidade entre os dois períodos de amostragem somente para os ambientes considerados naturais. Os ambientes com mata preservada apresentaram maior riqueza e abundância, enquanto que em ambiente com entorno composto por monocultura de cana-de-açúcar registrou-se a menor riqueza, representado apenas por *Chironomus*. Com isso, chegou-se a conclusão que os diferentes usos do solo tiveram influência sobre a composição e distribuição das assembleias de Chironominae.

Palavras chaves: Quironomídeos. Alterações antrópicas. Bioindicadores.

## ABSTRACT

In Brazil, the use of the Chironomidae family as response variable upon the influence of the different land uses is well known, however, studies using the subfamilies are still scarce, mainly to the Minas Gerais state. The objective of this study was to compare the taxonomic composition and distribution of genres of the Chironominae subfamily in watercourses of low order under the influence of different land uses in the Cabo Verde district, Minas Gerais. The samples were collected in eight streams with different adjacent land uses (pasture, monoculture of coffee and sugarcane, reforested areas and areas with presence of Atlantic Rain Forest preserved in the rainy (January/2014) and dry (July-August/2014) periods. The organisms were collected through scanning method, using a D type net, seeking to sample all possible biotopes in a stretch of 50 meters in a time of three minutes. The characterization of the streams studied was performed by applying of a rapid assessment protocol, size classification and sediment organic compounds and some limnological variables such as temperature, pH, electrical conductivity and dissolved oxygen. In this study was performed a principal component analysis (PCA) to relate the abiotic variables to the sampling sites, the multidimensional scaling analysis (MDS) to determine the similarity in fauna composition to points with different land uses and redundancy analysis (RDA) was used to relate environmental variables that most influenced the Chironominae assemblies. A total of 3790 larvae of Chironominae were collected, and the *Polypedilum*, *Endotribelos*, *Phaenopsectra*, *Tanytarsus* and *Chironomus* genres were the most abundant, respectively. This study showed significant differences in diversity between the two sampling periods only for environments considered natural. The environments with natural vegetation had greater wealth and abundance, while in surrounding environment consisting of monocultures of sugar cane was registered with lowest wealth, represented only by *Chironomus*. With that, we come to the conclusion that different land uses influenced the composition and distribution of Chironominae assemblies.

Key words: Chironomid. Anthropics alterations. Bioindicators.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Trechos de amostragem dos cursos d'água com entorno composto por café .....	21
<b>Figura 2-</b> Região de estudo com os oito pontos de coleta dos quironomídeos.....	20
<b>Figura 3-</b> Média da precipitação mensal no município de Cabo Verde (MG) no ano de 2014 .....	22
<b>Figura 4-</b> Valores de integridade ambiental segundo os parâmetros contidos no PARDH....	28
<b>Figura 5-</b> Gráfico da análise de componentes principais (PCA) do período chuvoso.....	30
<b>Figura 6-</b> Gráfico da análise de componentes principais (PCA) do período seco.....	31
<b>Figura 7-</b> Gráfico da abundância total de indivíduos por trecho de amostragem.....	32
<b>Figura 8-</b> Gráfico da abundância relativa dos gêneros mais expressivos para os dois períodos de amostragem (chuvoso/seco) nos pontos considerados naturais. ....	35
<b>Figura 9-</b> Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a composição dos gêneros de quironomídeos. ....	36
<b>Figura 10-</b> Gráfico da Análise de redundância (RDA).....	37



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Coordenadas geográficas, Altitude e Ordens dos locais de amostragem e as ordens dos cursos d'água. ....	20
<b>Tabela 2-</b> Valor médio e desvio padrão das variáveis abióticas para os oito pontos estudados no período chuvoso. ....	27
<b>Tabela 3-</b> Valor médio e desvio padrão das variáveis abióticas para os oito pontos estudados no período seco. ....	27
<b>Tabela 4-</b> Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período chuvoso. ....	29
<b>Tabela 5-</b> Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período seco. ....	29
<b>Tabela 6-</b> Composição taxonômica, riqueza e abundância de gêneros de Chironominae encontradas nos pontos de coleta e períodos de amostragem Janeiro/2014 (C) e Julho e Agosto/2014 (S). ....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>101</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>122</b>
<b>2.1</b>	<b>Ecosistemas Aquáticos</b> .....	<b>122</b>
<b>2.2</b>	<b>Uso e ocupação do solo</b> .....	<b>133</b>
<b>2.3</b>	<b>Chironomidae (Insecta: Diptera)</b> .....	<b>155</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Subfamília Chironominae</b> .....	<b>166</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>178</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>188</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>4.1</b>	<b>Área de Estudo</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>4.2</b>	<b>Locais e periodicidade de amostragem</b> .....	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterização da Integridade Ambiental dos cursos d'água</b> .....	<b>22</b>
<b>4.4</b>	<b>Determinação das variáveis físicas e químicas da água</b> .....	<b>23</b>
<b>4.5</b>	<b>Granulometria e Matéria orgânica no Sedimento e componentes do substrato</b> ...	<b>23</b>
<b>4.6</b>	<b>Coleta e identificação dos Quironomídeos</b> .....	<b>23</b>
<b>4.7</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Variáveis abióticas</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Caracterização da diversidade de habitats – Protocolo de avaliação rápida (PARDH)</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Características do sedimento</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Variáveis Biológicas</b> .....	<b>31</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Composição Taxonômica da Fauna de Quironomídeos</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>6.1</b>	<b>Variáveis abióticas</b> .....	<b>38</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Variáveis físicas e químicas da água</b> .....	<b>38</b>
<b>6.2</b>	<b>Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PARDH) e características do sedimento</b> .....	<b>39</b>
<b>6.3</b>	<b>Variáveis biológicas</b> .....	<b>41</b>

<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana e, conseqüentemente, a substituição das áreas naturais por áreas agrícolas e de pastagens nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os ambientes naturais. Atualmente, a maioria dos ecossistemas já sofreu algum tipo de influência antrópica direta e/ou indireta, como a contaminação, desmatamento e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de habitats e redução da biodiversidade (GOULART; CALLISTO, 2003; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Os impactos das atividades agrícolas sobre os ecossistemas de água continentais são bem documentados em todo o mundo, e incluem mudanças na estrutura da mata ciliar, morfologia de lagos e rios, aumento da erosão e assoreamento, enriquecimento de nutrientes e matéria orgânica e contaminação por pesticidas (EGLER et al., 2012).

A perda da biodiversidade e os danos aos ecossistemas aquáticos causados por ações antrópicas vêm crescendo em proporções alarmantes nos últimos anos, e vem mostrando a necessidade de se tomar medidas e planejar metas para a preservação e recuperação destes ecossistemas (BEKETOV, 2013; CALLISTO et al., 2001).

Tanto a biota, como as características físicas e químicas de um curso d'água são dependentes da vegetação ripária, a qual atua como uma barreira de proteção contra o aporte excessivo de material alóctone. Assim, a retirada dessa vegetação tem efeito negativo comprometendo a qualidade das águas, aumentando o assoreamento, alterando todo o ciclo hidrológico, afinal todo o material contido em uma bacia de drenagem tem como destino final algum curso d'água (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

A tentativa de entender e buscar ferramentas para diagnosticar as diferentes influências antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos é imprescindível para a conservação da biodiversidade e manutenção desses ambientes. De acordo com o protocolo para o biomonitoramento de rios e reservatórios publicado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2012), os macroinvertebrados aquáticos, vêm sendo utilizados ao longo dos anos para a avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos. Os estudos sobre estruturas de associações de macroinvertebrados aquáticos têm adquirido um caráter essencial nos estudos de avaliação dos impactos sobre ecossistemas aquáticos (SCHEFFER; BEAUMORD, 2007).

De acordo com Callisto et al (2001) perturbações antrópicas, em geral, interferem diretamente na composição e distribuição das espécies de macroinvertebrados aquáticos,

sendo que algumas espécies mais sensíveis podem não mais ocorrer no ambiente impactado, enquanto outras espécies mais tolerantes podem aumentar sua abundância.

Dentre os macroinvertebrados, os insetos da família Chironomidae (Insecta: Diptera) estão entre os mais abundantes em ecossistemas aquáticos continentais. Algumas larvas desta família podem ser os únicos insetos encontrados no sedimento em condições extremas, p. ex. eutrofização e enriquecimento orgânico (TRIVINHO-STRIXINO, 2011). Além disso, as larvas de quironomídeos não são restritas ao sedimento, habitando águas intersticiais, troncos em decomposição, fitotelmata e até mesmo frutos caídos (BARROS, 2006; PINHO et al., 2013; ROQUE, 2005).

A Família Chironomidae é caracterizada por alta diversidade e está distribuída por todo o planeta. Dentro desta família, a subfamília Chironominae é mais rica em espécies para o Brasil, espécies de alguns gêneros desta subfamília respondem de diferentes formas as mudanças ambientais; por ex, espécies de *Chironomus* e *Polypedilum* são considerados resistentes e *Paratendipes* e *Phaenopsectra* mais sensíveis (AMORIN et al., 2004; MENDES, 2007; SAITO; FONSECA-GESSNER, 2014).

Entre os fatores que influenciam a mudança na fauna destes organismos, estão as causas naturais como o regime de chuvas e/ou intervenções antrópicas como a modificação da região marginal dos cursos d'água (NAVA et al., 2015).

Pesquisadores na área de limnologia, ecologia aquática e afins, geralmente relacionam a estrutura da comunidade de insetos e outros invertebrados com variações nas características ambientais dos cursos d'água. Estas análises são usadas para gerar e testar hipóteses sobre os possíveis fatores que influenciam a estrutura da comunidade de rios, e também modelar as respostas da biota às mudanças naturais e antropogênicas no ambiente (BRASIL, 2004). Entre tais invertebrados, espécies da subfamília Chironominae talvez sejam um dos únicos subgrupos encontrados em todos os ecossistemas de águas continentais, desde os mais preservados até aos mais impactados, por esse motivo este trabalho se justifica propondo os quironomídeos desta subfamília como variável resposta para diferentes usos de entorno de corpos d'água de baixa ordem.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Os assuntos abordados nesta seção trazem informações básicas sobre a subfamília Chironominae e o ambiente físico e químico com os quais ela interage.

### 2.1 Ecossistemas Aquáticos

Os ambientes aquáticos são caracterizados por uma grande variabilidade e complexidade de habitats. Nestes ambientes, a riqueza de espécies é alta, com muitos grupos endêmicos. Atualmente vem crescendo os impactos causados pelas atividades humanas, e as perdas de biodiversidade causadas por estas atividades durante os últimos 50 anos são sem precedentes na história da humanidade (BEKETOV et al., 2013; HART et al., 1999; SAITO 2013).

Os ecossistemas aquáticos são sistemas complexos que podem ser classificados devido a ocorrência ou não de fluxo unidirecional da água, sendo classificados em sistemas lóticos e lênticos, respectivamente. Estes ecossistemas abrigam uma grande diversidade biológica e são os principais a garantirem a sustentabilidade dos recursos naturais utilizados pelo homem (SURIANO, 2008). Os sistemas lóticos, como rios e riachos, se tornam ainda mais importantes, pois a fração de água contida neste sistema é muito pequena (0,006%) frente à quantidade total de água no planeta (THOUNSEND et al., 2010). De todos os ecossistemas de águas continentais, os sistemas lóticos de baixa ordem são os mais ameaçados, devido a sua fragilidade e dificuldade de serem fiscalizados pelos órgãos competentes (LEITE, 2010; SAITO, 2013; YOKOYAMA, 2008).

Nos sistemas lóticos, a dinâmica ecológica pode ser avaliada através das dimensões longitudinal, vertical, lateral e temporal, sendo que a biota aquática, sobretudo os macroinvertebrados, respondem a variações destas dimensões (WARD, 1989).

A grande complexidade estrutural e funcional dos ecossistemas lóticos os torna ecossistemas fundamentalmente dinâmicos, regidos por condições climáticas e pelos ambientes físico (luz, temperatura, habitat, correnteza) e químico (carbono orgânico e inorgânico, oxigênio e nutrientes) com os quais ele interage. Além disso, ainda existem as interações biológicas (herbivoria, predação e competição) que muitas vezes são estruturadoras das comunidades aquáticas (BRASIL, 2004).

De acordo com Calisto et al., (2001), os rios integram tudo o que acontece nas áreas de entorno, considerando-se o uso e ocupação do solo. Assim, suas características ambientais,

especialmente as comunidades biológicas, fornecem informações sobre as consequências das ações humanas.

Muitos macroinvertebrados de águas continentais estão praticamente restritos às águas correntes, e isso ocorre como resultado das características ambientais únicas destes sistemas. Portanto, muito provavelmente, os rios são habitats ancestrais de diversos grupos de organismos (GILLER; MALMQVIST, 1998).

As intervenções antrópicas sobre ambientes naturais realizadas de maneira não sustentável afetam e causam inúmeros impactos em diversos ecossistemas, incluindo os aquáticos. A retirada das florestas em consequência da expansão agrícola tem afetado a estabilidade destes ambientes, na medida em que estas atividades utilizam grande quantidade de pesticidas e fertilizantes. Além da poluição causada pelos agroquímicos usados nas lavouras, o curso d'água geralmente é o destino final de toda a matéria advinda da degradação das margens e enriquecimento orgânico causado pela grande quantidade de animais (gado) existentes nas pastagens (BEKETOV et al., 2013; ROHR, 2006; SAITO, 2013; SAITO; FONSECA-GESSNER, 2014).

As matas ciliares são regiões de transição entre os ecossistemas aquáticos e terrestres. Elas desempenham um importante papel nos processos funcionais dos ecossistemas e manutenção das características dos corpos d'água, sendo fonte essencial de nutrientes e matéria orgânica que compõem a base da cadeia alimentar heterotrófica em riachos de cabeceiras, além de agir como barreira mecânica contra o aporte excessivo de material alóctone (SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008).

Os sistemas de águas continentais e matas ciliares estão sujeitos à degradação em lugares diferentes. É cada vez mais reconhecido que a reabilitação e recuperação desses sistemas são essenciais para a conservação da biodiversidade e manutenção de seu próprio papel no ecossistema. No entanto, as práticas agrícolas inadequadas têm levado à perda de vegetação nativa, incluindo a mata ciliar, e sua substituição por monoculturas de interesse econômico vem alterando significativamente as comunidades e processos funcionais em sistemas lóticos (CORBI, 2006; LEITE-ROSSI; TRIVINHO-STRIXINO, 2012; RICHARDSON et al., 2007; SAITO; FONSECA-GESSNER, 2014; TOCKNER; STANFORD, 2002).

## **2.2 Uso e ocupação do solo**

A substituição da paisagem natural por diferentes usos do solo é resultado da falta de planejamento em decorrência do uso não sustentável dos recursos naturais pela população humana. Atualmente, a principal causa na mudança da paisagem é a conversão de áreas naturais por diferentes usos do solo, como por exemplo, culturas de café e cana-de-açúcar, pastagens, plantações de eucalipto, entre outras (CORBI, 2006; INPE, 2015).

No município de Cabo Verde, região sul/sudoeste do estado de Minas Gerais, essa situação não é diferente. Inicialmente a cobertura natural do solo da região foi modificada pela intensa atividade mineradora, atividade essa que cedeu lugar ao pastoreio e agricultura extensiva, tal como a cultura de café, que é base da economia do município nos dias atuais (IBGE, 2014).

Todos os Biomas brasileiros tiveram reduções significativas em suas áreas naturais devido à expansão agrícola. Cabe destaque a degradação do bioma da mata atlântica, que teve sua área natural reduzida em 92,7%. A mata atlântica é hábitat de oito mil espécies endêmicas de plantas, e o conjunto de mamíferos, aves, répteis e anfíbios somam trezentos e sessenta e nove espécies endêmicas (BRASIL, 2015; WWF, 2015). Apesar de existirem muitos estudos sobre insetos aquáticos neste Bioma, ainda há muito o que descobrir sobre o comportamento e biodiversidade deste grupo.

A preservação da mata atlântica tem sua importância não só para os ecossistemas terrestres, mas também para os ambientes aquáticos, como, por exemplo, os ecossistemas aquáticos dulciaquícolas, que tem suas características físicas, químicas e biológicas influenciadas pela região de entorno (SHIELS, 2010).

A vegetação do entorno tem uma ligação muito íntima com o corpo d'água, processos como a disponibilidade de matéria orgânica nas cabeceiras de riachos muitas vezes só é possível através do aporte alóctone advindo da mata ciliar (SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008). A biota do corpo d'água responde de diversas formas a mudanças ambientais, e muitos estudos relatam que os diferentes usos e ocupação do solo influenciam direta e indiretamente na composição e estrutura de comunidades aquáticas (COLZANI et al., 2013; CORBI, 2006; VALENTE-NETO et al., 2015).

A conservação e tamanho necessário da mata ciliar para que a mesma possa desempenhar sua função ecológica e agir na conservação da biodiversidade é bem discutido no trabalho de Metzger (2010). De acordo com Ross (1963, apud Ward 1989), em ecossistemas aquáticos continentais, a composição da biota aquática é influenciada pela paisagem circundante. Em estudo realizado por Roque et al (2015), os autores propõem que a exploração da madeira de forma sustentável, talvez não traga tantos prejuízos para a biota de



insetos aquáticos, especialmente aos colonizadores de madeira que usam este recurso como abrigo e/ou alimento.

Cada vez mais, torna-se necessária a discussão de medidas para avaliar situação dos ecossistemas naturais, bem como estabelecer metas para a recuperação quando se torna necessário, pois além da importância direta ao homem, os ecossistemas aquáticos são essenciais à conservação da biodiversidade (CALLISTO et al., 2001; FAIRWEATHER, 1999; SAITO, 2013;).

De acordo com Primack e Rodrigues (2001), a manutenção da integridade ambiental é a maneira mais importante para preservar a biodiversidade. A integridade biológica é comumente definida como "a capacidade de suportar e manter uma comunidade equilibrada, integrada e adaptativa, com uma diversidade biológica, composição e organização funcional, comparáveis aos dos ecossistemas aquáticos naturais na região". A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) ressalta a utilização de integridade biológica como um indicador da condição do ambiente e, mais especificamente, a saúde ecológica (EPA, 1996; FREY, 1977; KARR; DUDLEY, 1981; KARR et al., 1986;).

### **2.3 Chironomidae (Insecta: Diptera)**

A família Chironomidae Macquart, 1838 é composta por insetos holometábolos pertencentes à ordem Diptera e subordem Nematocera. Das onze subfamílias existentes, cinco tem ocorrência no Brasil, sendo as mais ricas em espécies as subfamílias Chironominae, Orthocladiinae e Tanypodinae, respectivamente. Esta família ocorre em grande abundância, alta diversidade e está presente na maioria dos ecossistemas aquáticos, apresentando ampla distribuição estando presente em todas as regiões zoogeográficas. Estimativas apontam para a existência de cerca de 15.000 a 20.000 espécies no planeta, e de aproximadamente 380 no Brasil (ASHE et al., 1987; CRANSTON, 1995; MENDES; PINHO, 2014; ROQUE 2005; TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

Por serem amplamente distribuídos e por sua importância para os ecossistemas aquáticos, os quironomídeos tem sido amplamente estudados. Além da importância acima relatada, o grupo é numericamente dominante em ambientes aquáticos quando comparado aos demais macroinvertebrados (TOKESHI, 1995).

Os representantes dessa família ocorrem em quase todos os ambientes de águas continentais, vivendo em sistemas lóticos e lênticos, incluindo fontes termais, lagos vulcânicos, águas de degelo, acúmulos de água em folhas e madeiras, solo úmido, águas

salobras e zona intertidal de marés. Em ambientes lóticos, as larvas de quironomídeos podem ser encontradas em quase todos os substratos, habitando acúmulos de folhiço, frutos caídos, troncos submersos, pedras, seixos, cascalho, areia, musgos e hidrófitas vasculares (ROQUE, 2005; SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008).

O interesse pelo comportamento alimentar e qualidade do alimento ingerido pelas larvas de quironomídeos tem aumentado muito. Isto se deve principalmente pelo reconhecimento da importância energética destes animais para os ecossistemas. Para as larvas destes insetos, vale ressaltar também a capacidade de habitar diferentes ambientes, desde os mais preservados até os mais antropizados, fazendo deste grupo um bom bioindicador no monitoramento e nas avaliações ambientais. (BERG, 1995; CRANSTON, 1995; CUMMINS; KLUG, 1979; ROSENBERG; RESH, 1992; SILVA et al., 2008).

De acordo com Callisto (2001), existem muitos indicadores biológicos de ecossistemas aquáticos, entre os quais estão os macroinvertebrados aquáticos, como as larvas da família Chironomidae. Muitas vezes as larvas de quironomídeos são classificadas como resistentes a degradação e poluição ambiental, porém tal generalização deve ser feita com cautela, pois algumas espécies desta família possuem larvas sensíveis não só a poluição, mas também às mudanças de habitat, enquanto outras espécies são resistentes a estas perturbações, os tornando bons indicadores de boa ou má qualidade ambiental (TRIVINHO-STRIXINO, 2011). Um bom exemplo pode ser encontrado no trabalho publicado por Saito e Fonseca-Gessner (2014), onde os autores relatam que as larvas *Stenochironomus* (dependente da mata ciliar) e *Chironomus* (tolerantes a poluição) respondem diferentemente a mudanças ambientais e ambos pertencentes à uma mesma subfamília (Chironominae).

### 2.3.1 Subfamília Chironominae

A subfamília Chironominae está presente em todas as regiões zoogeográficas, com exceção para Antártida. Esta subfamília é composta por três tribos (Chironomini, Tanytarsini e Pseudochironomini) e no Brasil é responsável por cerca de 67% das espécies descritas de Chironomidae (MENDES, 2008; MENDES; PINHO, 2014).

As larvas dessa subfamília são caracterizadas por uma ampla variedade de cores (avermelhadas, esbranquiçadas e esverdeadas), tamanho (alguns milímetros a centímetros) e de função ecológica (predadoras, coletoras, minadoras e parasitas) (MENDES, 2008; ROQUE, 2005; TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

A diversidade de hábitos alimentares relatada para a subfamília os torna muito importante na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, pois principalmente em sistemas lóticos de pequena ordem, estes organismos são responsáveis pela transferência de energia para níveis tróficos superiores (SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008).

Muitos estudos ecológicos sobre a fauna de Chironomidae tem relatado a dominância das larvas de Chironominae em coletas realizadas em ecossistemas aquáticos dulciaquícolas no Brasil (MORAIS et al., 2010; ROSA; OLIVEIRA; ALVES, 2011; SURIANO; FONSECA-GESSNER, 2004;). Apesar dessa dominância, esse fato não pode ser encarado como uma regra (SENSOLO; HEPP; RESTELLO, 2012; TONI et al., 2014). Segundo Cranston (1995), a distribuição dos quironomídeos é influenciada dentre outros fatores pelo clima, relevo, altitude, parâmetros ambientais e interações biológicas, e por esse motivo, é difícil realizar uma inferência para toda população.

Apesar dos avanços na pesquisa do grupo, segundo Hamada et al., (2014), ainda há muito a ser feito, tanto em trabalhos de taxonomia, os quais deveriam usar a associação de larvas, pupa e machos adultos a fim de conseguir uma boa identificação, mas ressalta também a importância dos estudos ecológicos de ecossistemas aquáticos, os quais são realizadas através da coleta de larvas que devem ser identificadas pelo menos até o nível de gênero/morfotipos.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi caracterizar em escala temporal e espacial a estrutura da assembleia de Chironominae (Insecta: Diptera, Chironomidae), em cursos d'água de baixa ordem no município de Cabo Verde-MG, sob a influência de diferentes usos adjacentes do solo. A hipótese assumida por este trabalho foi que os diferentes usos do solo influenciariam a composição das assembleias de Chironominae, onde ambientes naturais teriam comunidades mais ricas e bem estruturadas do que as regiões caracterizadas por monoculturas (café e cana-de-açúcar) e pastagens.

#### 3.1 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral, propusemos os seguintes objetivos específicos:

- a) Determinar a composição taxonômica das assembleias de Chironominae destes cursos d'água;
- b) Avaliar as características físicas e químicas da água e sedimento de todos os locais de amostragem;
- c) Caracterizar a estrutura física dos ambientes do entorno nos pontos de amostragem;
- d) Relacionar a influência dos diferentes usos do solo, variáveis físicas e químicas da água e estrutura do sedimento com a composição, abundância e diversidade dos Chironominae.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Nesta parte do trabalho estão descritos os principais equipamentos e técnicas utilizadas para a realização do mesmo.

### **4.1 Área de Estudo**

O Município de Cabo Verde está localizado na região Sul/Sudoeste do estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de 368,206 km<sup>2</sup>, inserido no domínio do bioma mata atlântica (IBGE, 2013). O clima predominante é do tipo tropical e semi-úmido, apresentando índice pluviométrico médio anual de 1605,2 mm e temperatura média anual de 19,93°C (ano de 2014). O solo predominante é do tipo latosolo vermelho amarelo e textura média. O uso da terra nessa região se caracteriza por monoculturas de café e cana-de-açúcar, regiões de pastagens e algumas áreas isoladas de mata atlântica preservada. O município está localizado em uma sub-bacia de Rio Grande (GD3 – Entorno do Reservatório de Furnas (CABO VERDE, 2015; COOXUPÉ, 2014).

Os pontos de amostragem estão localizados na bacia do Rio Cabo Verde, com exceção do ponto com entorno composto por cana-de-açúcar, o qual está localizado na Bacia do Rio Muzambo.

### **4.2 Locais e periodicidade de amostragem**

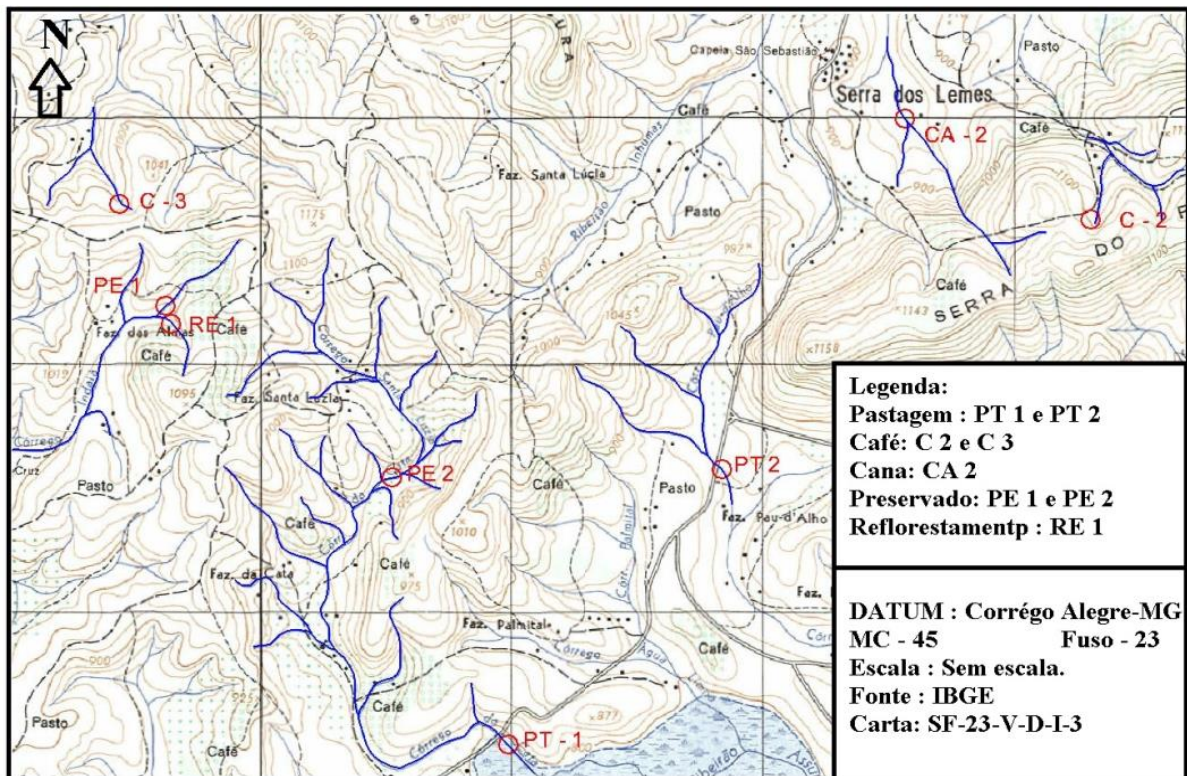
No total, foram selecionados oito córregos para amostragem com diferentes tipos de entorno. Para cada local de amostragem foi selecionado um trecho de 50 metros. Todos os locais foram georreferenciados usando um aparelho GPS Garmim modelo Etrex. Na tabela 1 são resumidas algumas características desses ambientes. A figura 1 e 2 apresentam a localização e a algumas imagens dos locais de amostragem, respectivamente.

Para o presente estudo foram realizadas coletas em janeiro/2014 (período chuvoso) e em julho-agosto/2014 (período seco). A figura 3 aponta quando as coletas foram realizadas em relação a distribuição mensal de chuvas.

**Tabela 1-** Coordenadas geográficas, Altitude e Ordens dos locais de amostragem e as ordens dos cursos d'água

Pontos	Coordenadas	Altitude	Ordem	Principal uso do entorno
<b>C2</b>	21°26'09"S , 46°17'13"W	1100	1 <sup>a</sup>	Café
<b>C3</b>	21°26'01"S , 46°21'41"W	890	1 <sup>a</sup>	Café
<b>CA2</b>	21°25'42"S , 46°18'04"W	837	2 <sup>a</sup>	Cana-de-açúcar
<b>PE1</b>	21°26'28"S , 46°21'31"W	897	1 <sup>a</sup>	Mata preservada
<b>PE2</b>	21°27'08"S , 46°20'29"W	972	3 <sup>a</sup>	Mata preservada
<b>PT1</b>	21°28'21"S , 46°19'58"W	1107	3 <sup>a</sup>	Pastagem
<b>PT2</b>	21°27'06"S , 46°18'57"W	807	2 <sup>a</sup>	Pastagem
<b>RE1</b>	21°26'31"S , 46°26'30"W	963	1 <sup>a</sup>	Reflorestamento

Fonte: Do Autor



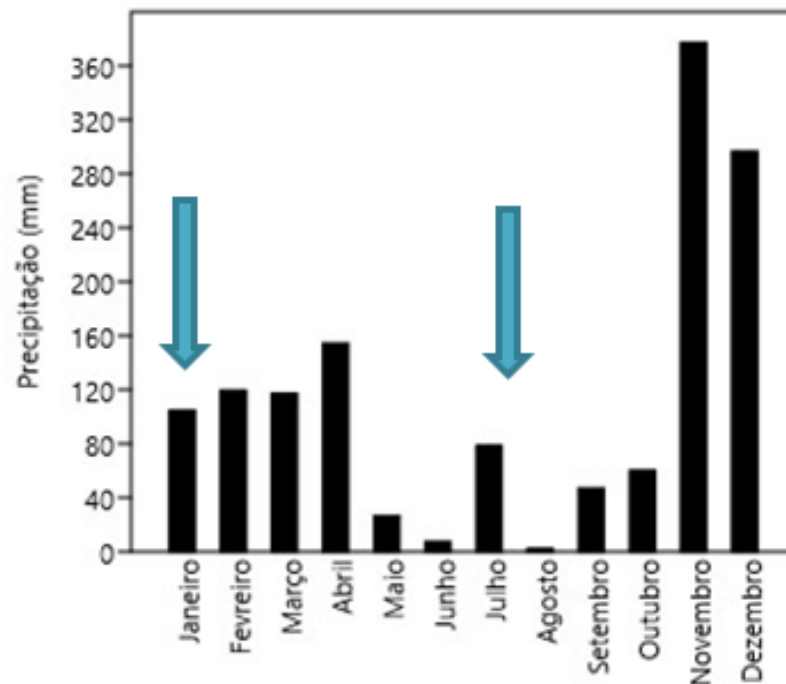
**Figura 1-** Região de estudo com os oito pontos de coleta dos quironomídeos

Fonte: IBGE



**Figura 2-** Trechos de amostragem dos cursos d'água com entorno composto por café (C2 e C3), cana-de-açúcar (CA2), preservados (PE1 e PE2), pastagem (PT1 e PT2) e reflorestamento (RE1).

**Fonte:** Do Autor



**Figura 3** - Média da precipitação mensal no município de Cabo Verde (MG) no ano de 2014.

Fonte: Do Autor.

**Nota:** As setas apontam para os períodos de coleta deste estudo. Fonte: Cooxupé (Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda).

### 4.3 Caracterização da Integridade Ambiental dos cursos d'água

Para avaliar a integridade ambiental dos locais de amostragem foi aplicado o Protocolo Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PARDH) adaptado por Callisto et al., (2002) (Anexo A). Este protocolo se baseia na quantificação de 22 parâmetros. Os 10 primeiros foram adaptados da proposta da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EPA, 1987) e analisam as características do trecho que são alteradas por ações antrópicas (pontuação de 0 a 4). Os demais foram adaptados do protocolo utilizado por Hannaford et al. (1997) e avaliam a integridade das condições naturais do ambiente (pontuação de 0 a 5). Através da pontuação total obtida na aplicação do protocolo PARDH, o ambiente pode ser classificado em três níveis de preservação: 0 a 40 pontos indicam trechos impactados, 41 a 60 pontos trechos alterados e superior a 60 pontos trechos naturais..



#### **4.4 Determinação das variáveis físicas e químicas da água**

Em cada trecho de amostragem foram realizadas “in situ” medidas da temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, concentração e saturação de oxigênio dissolvido utilizando um aparelho multi-parâmetro marca Horiba® modelo U-53. A velocidade de correnteza foi medida com um correntômetro da marca JDC®. A largura e profundidade dos cursos d’água foram determinadas com trena graduada. Para cada variável foram feitas 5 medidas e utilizados o valor médio.

#### **4.5 Granulometria e Matéria orgânica no Sedimento e componentes do substrato**

A caracterização do sedimento foi determinada pelo percentual de matéria orgânica, através de sedimentação, e pela fração granulométrica, utilizando a técnica de peneiramento. Todas as análises relacionadas ao sedimento foram realizadas no Laboratório de análise de solos, Fundação de Ensino Superior de Passos (FESP, UEMG).

Para complementar a análise de granulometria, foi realizada em campo a quantificação dos componentes orgânicos do substrato. Essa análise foi feita visualmente quantificando a porcentagem da matéria orgânica particulada fina (FPOM) e matéria orgânica particulada grossa (CPOM) contida em cada amostra coletada.

#### **4.6 Coleta e identificação dos Quironomídeos**

A fim de padronizar a coleta dos quironomídeos foi usada uma rede tipo “D” com abertura de malha de 250 µm e 30 cm de largura da base, realizando-se varredura com esforço de amostragem total de 3 minutos. O material coletado foi colocado em baldes de plástico, fixados imediatamente em formol 10% e transportadas para laboratório onde ficaram acondicionadas até o procedimento de triagem e identificação.

No laboratório, foi utilizada uma bandeja de polietileno transluminada para o processo de triagem dos macroinvertebrados, sendo que as larvas dos Chironominae foram separadas dos demais invertebrados, os quais foram utilizados na dissertação de mestrado de Coutinho (2015), intitulada “Influência de diferentes usos de solo na estrutura da comunidade

de macroinvertebrados aquáticos em cursos d'água de baixa ordem no município de Cabo Verde – MG”.

Para identificação das larvas foram montadas lâminas permanentes em meio Euparal<sup>®</sup>, utilizando o corpo e cápsulas cefálicas dos Chironominae. Com propósito de diminuir erros na identificação, todas as larvas coletadas tiveram seus exemplares montados em lâminas, as quais estão depositadas no laboratório LECA, na Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL (campus Poços de Caldas). As larvas foram identificadas até o nível de gênero/morfotipo, com auxílio de um microscópio óptico e chave de identificação (TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

#### **4.7 Análise dos dados**

Para analisar a relação entre os cursos d'água estudados (com diferentes composições de entorno) e as variáveis abióticas foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), utilizando a matriz de correlação. A análise de variância (ANOVA) foi usada para detectar diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis abióticas nos dois períodos de amostragem.

A assembleia de Chironominae foi avaliada com base na composição, riqueza de táxons e abundância relativa e absoluta. Para verificar a existência de diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na diversidade de Chironominae entre os períodos de coleta (seco/chuvoso), foi realizado o Test t (diversity test) para duas amostras, descrito por Hutcheson (1970, apud, HAMMER et al., 2001).

Para testar a diferença na composição da fauna de Chironominae entre os pontos de coleta foi realizada a análise de não paramétrica Kruskal-Wallis. Estes mesmos pontos de coleta foram submetidos a uma análise de Escalonamento Multi-Dimensional (MDS) com base no índice de Bray-Curtis para avaliar a similaridade na abundância dos táxons encontrados para os cursos d'água com diferentes usos do entorno.

Todas as análises acima descritas foram realizadas utilizando o programa Paleontological Statistics (PAST, versão 3.0) (HAMMER et al., 2001).

Análise de Redundância (RDA) foi realizada para verificar a fração de explicação das variáveis ambientais sobre as assembleias de Chironominae. A RDA pode ser considerada, conceitualmente, uma extensão da regressão linear múltipla, onde uma matriz de composição de espécies (matriz Y) é a variável resposta a qual é explicada por uma ou mais matrizes preditoras (BORCARD et al., 2011). Por se tratar de um modelo com respostas lineares os

dados dos foram transformados por  $\log_{10}(x+1)$ . Segundo Peres-Neto et al., (2006) o acúmulo de variáveis preditoras pode inflar o valor da variância explicada. Para minimizar este problema foi aplicado o Teste de Monte Carlo para seleção do conjunto de variáveis que melhor explica a variação nos dados da composição da fauna de Chironominae.

## 5 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram apresentados em seções separadas de acordo com suas características, sendo elas ambientais e biológicas.

### 5.1 Variáveis abióticas

A temperatura da água variou entre 17,76 °C (PE1) e 25,25 °C (PT2) na estação chuvosa e entre 11,8 °C (RE1) e 20,9 °C (C3) na estação seca, e, a turbidez (NTU) esteve entre 14,18 NTU (PE1) e 26,78 NTU (CA2) na estação chuvosa e de 5,46 NTU (CA2) e 20,14 NTU (C2) na estação seca, já a concentração de oxigênio dissolvido ficou entre 4,14 mg/L<sup>-1</sup> e 8,76 mg/L<sup>-1</sup> (RE1) na estação chuvosa e de 7,26 mg/L<sup>-1</sup> (CA2) e 12,97 mg/L<sup>-1</sup> (RE1) na estação seca, já os valores de saturação de oxigênio (OD%) para os dois períodos de coleta foram maiores e menores para os pontos C3 e CA2, respectivamente. As variáveis acima descritas tiveram diferença significativa ao nível de 5% de significância (temperatura F=14,22 e p<0,01, turbidez F= 31,79 e p<0,01, porcentagem de oxigênio dissolvido F=26,84 e p<0,01 e saturação de oxigênio dissolvido F= 14,93 e p<0,01)

Os valores das variáveis pH e condutividade elétrica não tiveram diferença significativas entre os períodos de amostragem, estando os valores de pH entre 5,76 (PE2) e 7,47 (RE1) e condutividade elétrica 0,046 mS.cm<sup>-1</sup> no ponto CA2 e 0.138 mS.cm<sup>-1</sup> no ponto PT2

Todos os dados referentes às variáveis físicas e químicas de todos os pontos de coleta e períodos de amostragem (chuvoso e seco) estão sumarizados nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

**Tabela 2-** Valor médio e desvio padrão das variáveis abióticas para os oito pontos estudados no período chuvoso.

Variáveis	Pontos de Amostragem							
	C 2	C 3	CA 2	PE 1	PE 2	PT 1	PT 2	RE 1
Pontuação do PARDH	57	49	54	98	76	58	44	98
Temperatura da água C°	22.69 (1.26)	22.39 (1.03)	20,84 (0.74)	17.76 (0.26)	21.93 (1.02)	23.11 (1.15)	25.25 (0.78)	18.40 (0.33)
pH	6.92 (0.26)	6.86 (0.80)	6.56 (0.07)	7.14 (0.44)	7.01 (0.20)	6.69 (0.19)	6.37 (0.102)	7.47 (0.06)
Cond. Elét. (mS.cm <sup>-1</sup> )	0.046 (0.002)	0.104 (0.004)	0.138 (0.004)	0.070 (0.014)	0.079 (0.004)	0.064 (0.001)	0.076 (0.003)	0.054 (0.000)
Turbidez (NTU)	21.86 (4.57)	21.5 (10.02)	26.78 (25.80)	14.18 (31.90)	19.05 (8.52)	21.06 (6.57)	24.16 (3.23)	22.27 (7.33)
OD mg/L	5.77 (0.42)	8.20 (0.02)	4.14 (2.55)	8.28 (0.99)	8.04 (1.04)	5.2 (1.37)	5.94 (2.08)	8.76 (1.35)
OD%	68.47 (5.56)	96.87 (1.80)	47.44 (28.88)	95.72 (11.20)	94.12 (12.10)	62.14 (16.45)	73.7 (26.14)	95.02 (15.20)
Largura do trecho (cm)	25 (7.07)	13.5 (2.12)	256.8 (170.45)	77 (5328)	63.33 (25.23)	118 (75.92)	69.2 (33.59)	91.75 (51.5)
Profund. Do trecho (cm)	5.25 (0.5)	3 (0)	30.2 (14.95)	10.8 (0.83)	16.2 (11.21)	29.5 (6.65)	39.4 (16.19)	12.25 (7.27)
Veloc. do trecho (m/s)	0.1 (0)	2.17 (2.22)	0.02 (0.04)	0.86 (0.723)	0.08 (0.13)	1.26 (1.19)	0	0.225 (0.125)

Fonte: Do Autor

**Tabela 3-** Valor médio e desvio padrão das variáveis abióticas para os oito pontos estudados no período seco.

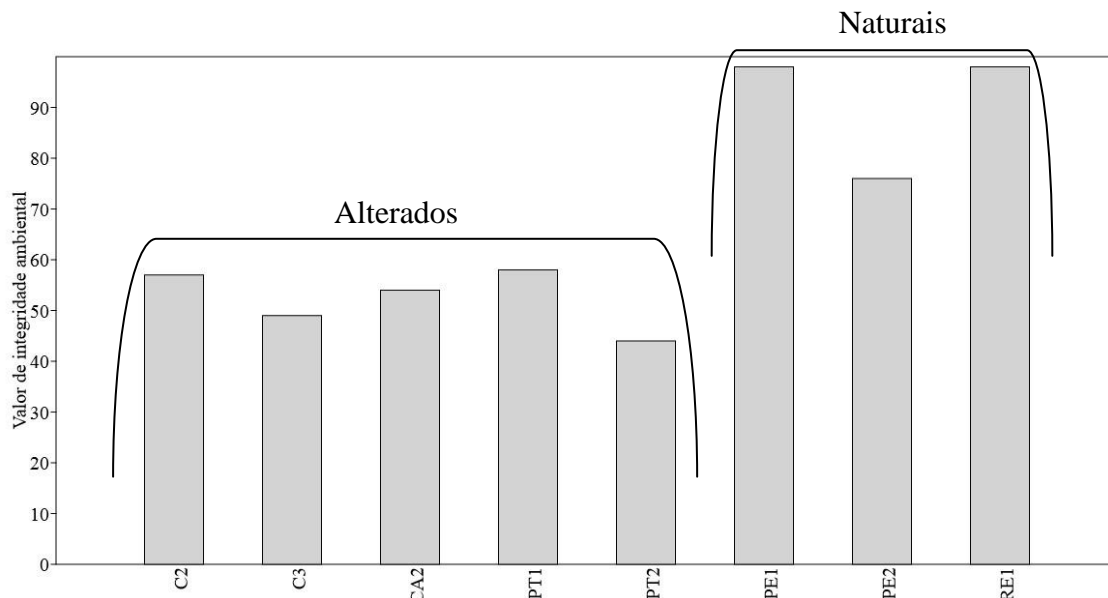
Variáveis	Pontos de Amostragem							
	C 2	C 3	CA 2	PE 1	PE 2	PT 1	PT 2	RE 1
Pontuação do PARDH	57	49	54	98	76	58	44	98
Temperatura da água C°	14.43 (0.75)	20.9 (0.61)	15.02 (0.42)	15.78 (0.48)	20.87	15.16 (0.21)	15.68 (0.55)	11.8 (0.08)
pH	7.14 (0.07)	6.64 (0.14)	6.52 (0.29)	6.91 (0.15)	5.76	5.98 (0.85)	6.07 (0.18)	7.39 (0.09)
Cond. Elét. (mS.cm <sup>-1</sup> )	0.041 (0.001)	0.095 (0.007)	0.079 (0.013)	0.047 (0)	0.165	0.070 (0.016)	0.040 (0.001)	0.042 (0.009)
Turbidez (NTU)	20.14 (29.94)	13.09 (12.72)	5.46 (4.01)	11.88 (5.69)	ND	9.75 (2.12)	12.92 (4.77)	10.7 (0.84)
OD mg/L	11.32 (1.16)	12.81 (4.07)	7.26 (1.64)	12.22 (0.77)	12.30	12.33 (0.95)	10.53 (0.38)	12.97 (1.64)
OD%	115.04 (10.28)	147.43 (48.49)	74.52 (17.03)	127.32 (9.44)	141.4	126.66 (10.29)	109.34 (4.21)	113.28 (60.96)
Largura do trecho (cm)	27.6 (7.70)	42.5 (19.09)	254 (74.41)	122.5 (34.83)	44.2 (23.01)	110.4 (55.57)	141.8 (19.82)	42.25 (20.12)
Profund. Do trecho (cm)	1.2 (0.44)	1.5 (0.70)	25.8 (2.04)	13.75 (3.86)	6 (3.98)	32.6 (9.52)	33.4 (21.68)	10.6 (6.02)
Veloc. do trecho (m/s)	0	0	0	0.1 (0.12)	0.04 (0.05)	0.4 (0.4)	0	0.14 (0.08)

Fonte: Do Autor

Nota: para velocidade da água = zero, significa que a velocidade da água não foi detectada pelo correntômetro.

### 5.1.1 Caracterização da diversidade de habitats – Protocolo de avaliação rápida (PARDH)

Os resultados obtidos para cada trecho de amostragem podem ser melhor visualizados na Figura 4. De acordo com os parâmetros sobre o nível de preservação ambiental, contidos no PARDH, nenhum dos trechos de amostragem foi considerado impactado, pois todos obtiveram pontuações acima de 40. Os pontos de amostragem referentes aos trechos com entorno composto por canaviais, cafezais e pastagens foram classificados como alterados, com pontuação variando entre 44 e 58. Já os cursos d'água com entorno predominante de mata preservada e de reflorestamento, foram considerados naturais, com pontuação entre 76 e 98.



**Figura 4-** Valores de integridade ambiental segundo os parâmetros contidos no PARDH

**Fonte:** Do Autor

### 5.1.2 Características do sedimento

Nos dois períodos de coleta, o teor de matéria orgânica no sedimento foi maior nos pontos com entorno composto de café (período chuvoso 21 g/dm<sup>3</sup> e período seco 30 g/dm<sup>3</sup>) e menor nas áreas de mata reservada (período chuvoso 4 g/dm<sup>3</sup>) e pastagem (período seco 3 g/dm<sup>3</sup>). Argila foi maior (163 g/kg) no ponto PT2 no período chuvoso e maior (124 g/kg) no ponto C2 no período seco, já os menores valores foram do ponto PE2 nas duas coletas. Os maiores valores para sedimento silteoso foram para o ponto CA2 (402 g/kg período chuvoso e 181 g/kg no período seco). Os pontos com entorno composto por mata preservada e o ponto PT1 tiveram os maiores valores para areia grossa. Areia fina foi predominante nos pontos

considerados alterados, com exceção para o ponto PE2 para o período chuvoso. Estes resultados são referentes à análise do sedimento realizada em laboratório.

Para a análise visual dos componentes orgânicos encontrados no sedimento, em ambos os períodos de coleta os córregos com vegetação preservada e aqueles com predomínio de café tiveram os maiores valores de matéria orgânica particulada grossa (CPOM). Já os maiores valores para matéria orgânica particulada fina (FPOM) foram encontrados no sedimento dos pontos com entorno composto por pastagem e plantação de cana-de-açúcar. Os valores obtidos para as variáveis do sedimento estão sumarizados nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4-** Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período chuvoso.

Pontos de amostragem	C2	C3	CA2	PE1	PE2	PT1	PT2	RE1
% Matéria Orgânica	16	21	9	4	5	6	14	15
% Argila	14,8	8,9	6,2	6,5	3,5	5,6	16,3	11,7
% Silte	10,2	14,5	40,2	6,6	9,8	4,6	11,6	8,9
% Areia Grossa	66,0	60,2	41,4	81,0	77,1	83,8	54,0	73,8
% Areia Fina	9,0	16,4	12,2	5,9	9,6	6,0	18,1	5,6
%CPOM	65	40	5	80	35	10	10	50
%FPOM	35	60	95	20	65	90	90	50

Fonte: Do Autor

**Tabela 5-** Valores totais do teor de matéria orgânica e das frações granulométricas no sedimento dos pontos amostrados no período seco.

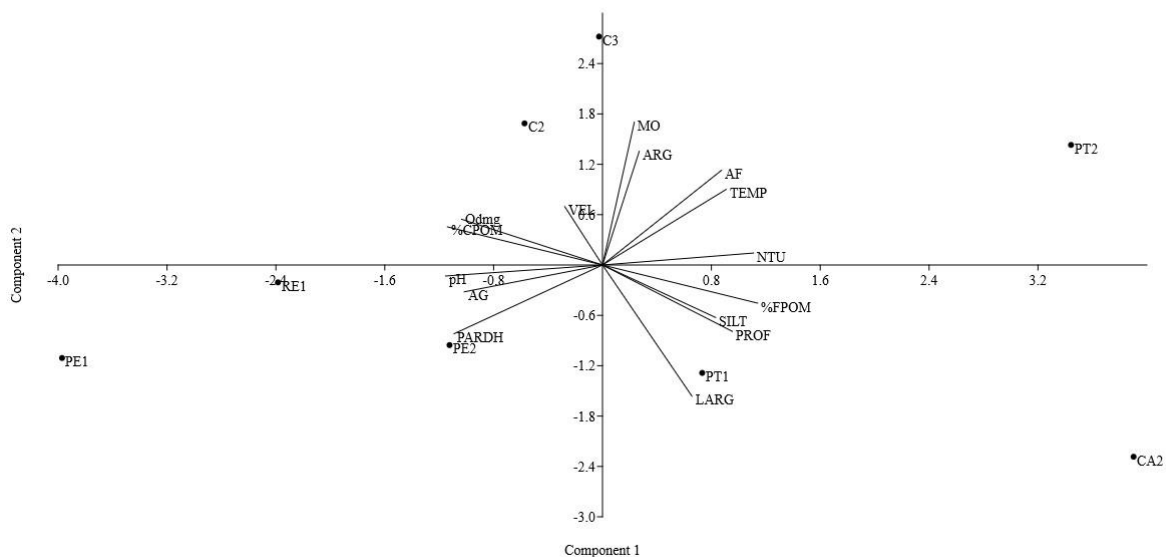
Pontos de amostragem	C2	C3	CA2	PE1	PE2	PT1	PT2	RE1
%Matéria Orgânica	30	26	18	8	7	6	3	17
% Argila	12,4	10,4	11,1	5,4	3,5	4,2	8,0	11,3
%Silte (g/Kg)	12,6	8,7	18,1	2,2	2,7	3,8	3,5	5,7
%Areia Grossa	63,0	64,7	51,9	87,5	79,1	86,2	76,9	76,0
%Areia Fina	12,0	16,2	18,9	4,9	14,7	5,8	11,6	7,0
%CPOM	70	30	0	80	80	10	10	70
%FPOM	30	70	100	20	20	90	90	30

Fonte: Do Autor

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), para as variáveis físicas e químicas com os maiores valores de explicação na disposição dos pontos de coleta para os dois períodos de coleta (chuvoso e seco).

Para o período chuvoso, o primeiro eixo da PCA explicou 48,25% da variabilidade dos dados e o segundo eixo 20,33% (Figura 5). As variáveis, matéria orgânica (MO), argila (ARG), areia fina (AF), temperatura da água (TEMP), turbidez (NTU), matéria orgânica particulada fina (FPOM), silte (SILT), profundidade (PROF), largura (LARG) foram

relacionadas positivamente com o primeiro eixo, já as variáveis, velocidade de corrente (VEL), oxigênio dissolvido (Odmg), CPOM, pH, areia Grossa (AG) e PARDH tiveram uma relação negativa. Os pontos preservados (PE1, PE2) e reflorestado (RE1) foram agrupados pelos eixos da PCA relacionados com integridade ambiental (PARDH), predominância de areia grossa e maiores valores de pH. Os cursos d'água com entorno composto de café (C2 e C3) foram caracterizados principalmente por sedimento argiloso com alto valor de matéria orgânica. O ponto PT2 foi caracterizado principalmente por sedimento com maior valor para areia fina, maior temperatura da água e relação negativa com integridade ambiental (PARDH). O curso d'água com entorno composto por cana-de-açúcar (CA2) foi caracterizado principalmente por sedimento siltoso com alta concentração FPOM, maior profundidade e relação negativa com oxigênio dissolvido.



**Figura 5-** Gráfico da análise de componentes principais (PCA).

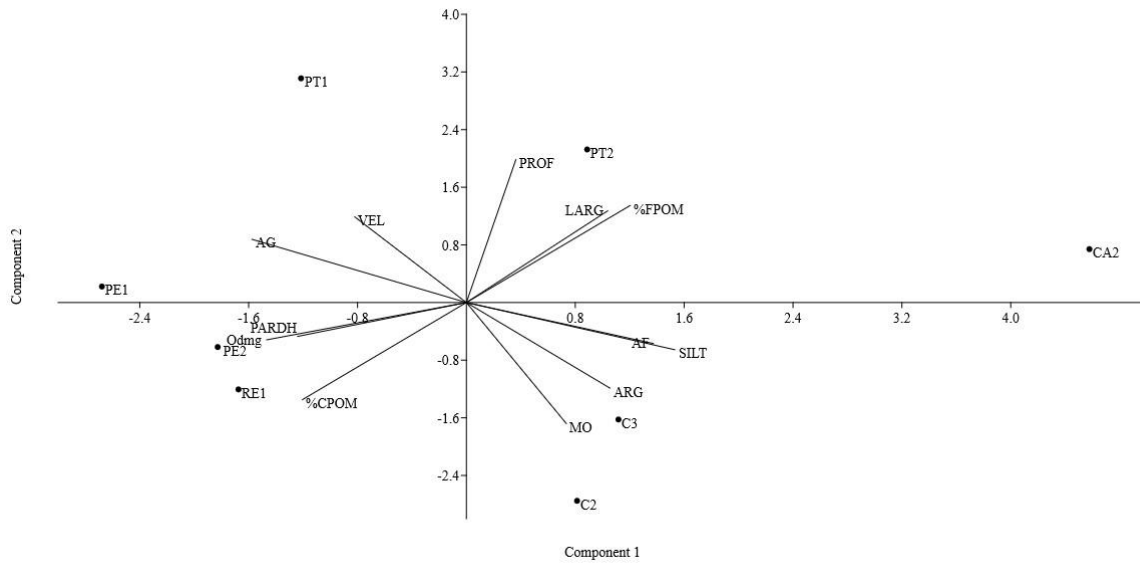
**Fonte:** Do Autor

**Nota:** Variáveis abióticas PARDH, temperatura da água (TEMP), pH, turbidez (NTU), oxigênio dissolvido mg/L (Odmg), largura do trecho (LARG), profundidade do trecho (PROF), velocidade da água (VEL), matéria orgânica no sedimento (MO), argila (ARG), silte (SILT), areia grossa (AG), areia fina (AF), matéria orgânica particulada grossa (%CPOM), matéria orgânica particulada fina (%FPOM) dos oito pontos no período chuvoso.

Para o período seco, o primeiro eixo da PCA explicou 45,77% da variabilidade dos dados e o segundo eixo 31,95% (Figura 6). O resultado da PCA para o período seco demonstra que os pontos, PE1, PE2 e RE1 foram caracterizados principalmente por integridade ambiental (PARDH), alto teor de oxigênio dissolvido na coluna d'água e sedimento composto principalmente por areia grossa com alta porcentagem de matéria orgânica particulada grossa (%CPOM). Os pontos CA2 e PT2 com relação positiva para o primeiro e segundo eixo foram caracterizados por maior largura e profundidade, maiores



valores de matéria orgânica particulada fina (FPOM) e relação negativa com oxigênio dissolvido e integridade ambiental. Os pontos C2 e C3 foram caracterizados por sedimento argiloso com alto teor de matéria orgânica e baixa velocidade de corrente. Já o ponto PT1 foi relacionado com velocidade de corrente e sedimento composto principalmente por areia grossa e relação negativa para matéria orgânica.



**Figura 6-** Gráfico da análise de componentes principais (PCA).

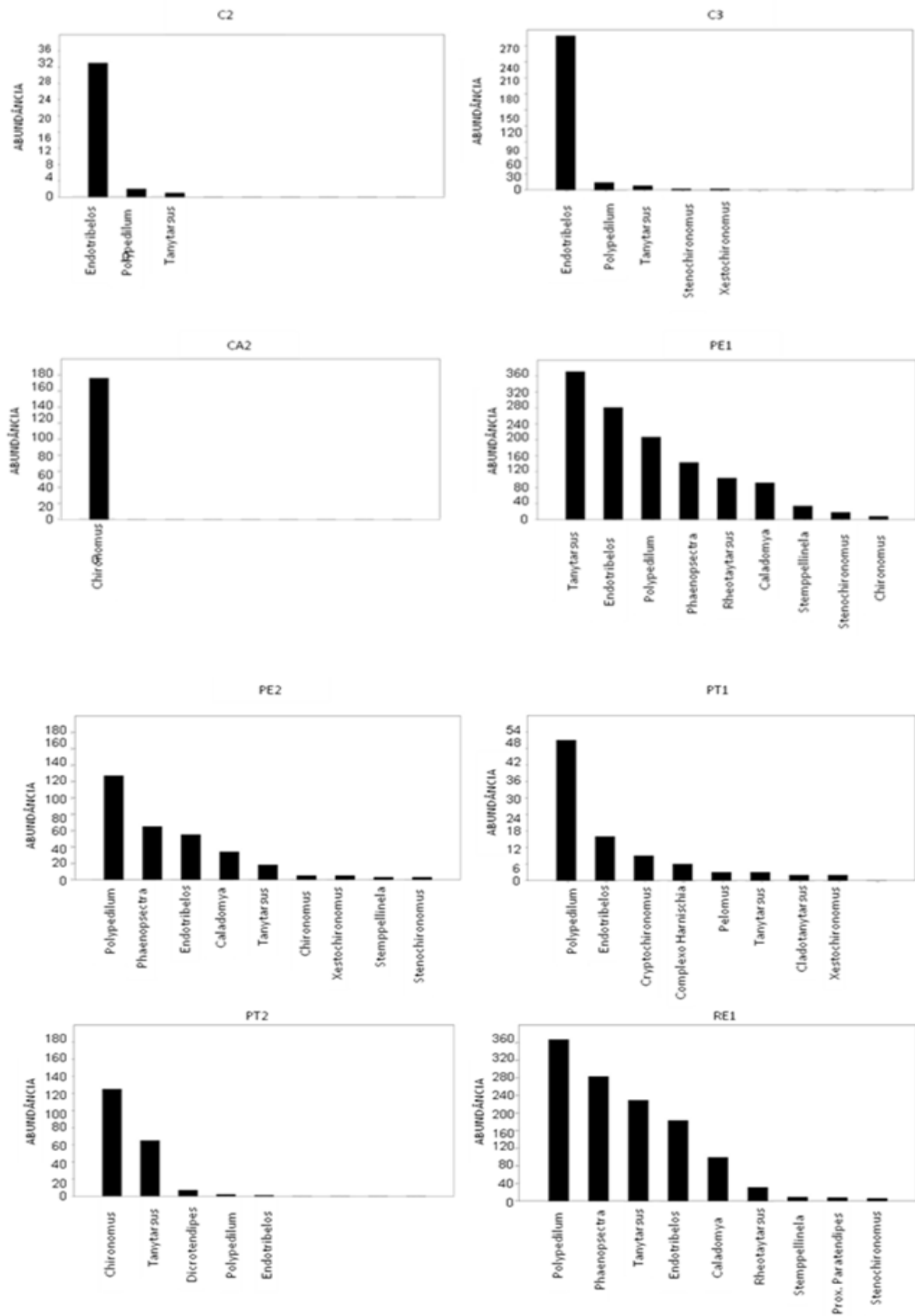
**Fonte:** Do Autor

**Nota:** Variáveis abióticas PARDH, oxigênio dissolvido mg/L (Odmg), largura do trecho (LARG), profundidade do trecho (PROF), velocidade da água (VEL), matéria orgânica no sedimento (MO), argila (ARG), silte (SILT), areia grossa (AG), areia fina (AF), matéria orgânica particulada grossa (%CPOM), matéria orgânica particulada fina (%FPOM) dos oito pontos da coleta de Julho e Agosto/2014.

## 5.2 Variáveis Biológicas

### 5.2.1 Composição Taxonômica da Fauna de Chironominae

No total foram coletadas 3790 larvas de Chironominae, sendo 873 e 2917 larvas no período chuvoso e seco, respectivamente. Foram identificados 22 táxons, dos quais *Endotribelos* foi o mais abundante (858 larvas, 22,63% do total), seguido por *Polypedilum* com 770 larvas (20,31%), *Tanytarsus* 695 larvas (18,33%), *Phaenopsectra* 491 larvas (12,95%), *Chironomus* 315 larvas (8,31%) e *Caladomyia* 225 larvas (5,93%). Os demais táxons tiveram valores menores que 4% do total de larvas coletadas. Os dados referentes à abundância total dos táxons mais representativos por ponto de coleta podem ser visualizados na Figura 7. Já os dados referentes à riqueza, abundância, e composição taxonômica para todos os pontos de coleta e períodos de amostragem podem ser encontrados na Tabela 6.



**Figura 7-** Gráfico da abundância total de indivíduos por trecho de amostragem  
**Fonte:** Do Autor

**Tabela 6-** Composição taxonômica, riqueza e abundância dos táxons de Chironominae encontradas nos pontos de coleta e períodos de amostragem Chuvoso (C) e Seco (S).

	PONTOS DE AMOSTRAGEM																	
	C2		C3		CA2		PE1		PE2		PT1		PT2		RE1			
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C		
<i>Beardius</i>																	1	
<i>Caladomyia</i>							92		9	25							68	31
<i>Chironomus</i>					99	77	8		5				124	1		1		
<i>Cladopelma</i>									1									
<i>Cladotanytarsus</i>											1	1						
Complexo <i>Harnischia</i>											6							
<i>Cryptochironomus</i>								1		1	4	5					1	
<i>Dicotendipes</i>											1		7					
<i>Endotribelos</i>	32	1	288	1			267	14	32	23	9	7	1			128	55	
<i>Goeldichironomus</i>													1					
<i>Lauterborniella</i>							6		2								1	
<i>Paratendipes</i>										1								
<i>Pelomus</i>							2	3				3				1	1	
<i>Phaenopsectra</i>							134	9	7	58						86	197	
<i>Polypedilum</i>	1	1	13	1			189	18	16	111	36	15	2			197	170	
<i>Prox. Paratendipes</i>												1				4	4	
<i>Rheotanytarsus</i>							102	2	3							23	8	
<i>Saetheria</i>																	1	
<i>Stempellinella</i>							34		2	1							9	
<i>Stenochironomus</i>				2			18			3							6	
<i>Tanytarsini</i>							96			1						51	1	
<i>Tanytarsus</i>	1		8				370	1	14	4	3		65			223	6	
<i>Xestochironomus</i>			2				4			5		2						
Abundância por período	34	2	311	2	99	77	1322	48	91	233	62	34	199	1	799	474		
Abundancia Total		36		315		176		1370		324		96		200		1273		
Riqueza		3		5		1		13		14		11		5		14		

Fonte: Do Autor

No período chuvoso, a maior abundância de larvas foi para os pontos RE1 (197 larvas de *Phaenopsectra*, 170 de *Polypedilum* e 55 de *Endotribelos*), PE2 (111 larvas de *Polypedilum*, 58 de *Phaenopsectra*, 25 de *Caladomyia* e 23 de *Endotribelos*) e CA2 (77 larvas de *Chironomus*; único gênero encontrado nesse ponto). A menor abundância de larvas foi encontrada nos pontos PT2 com apenas um espécime de *Chironomus*, ponto C2 com uma larva de *Polypedilum* e outra de *Endotribelos* e o ponto C3 com uma larva de *Endotribelos*, uma de *Polypedilum* e duas de *Stenochironomus*.

Para o período seco os pontos com maiores abundâncias foram os, PE1 (370 *Tanytarsus*, 267 *Endotribelos* e 189 *Polypedilum*), RE1 (223 *Tanytarsus*, 197 *Polypedilum* e 128 *Endotribelos*) e C3 (288 *Endotribelos*, 13 *Polypedilum* e 8 *Tanytarsus*). A menor

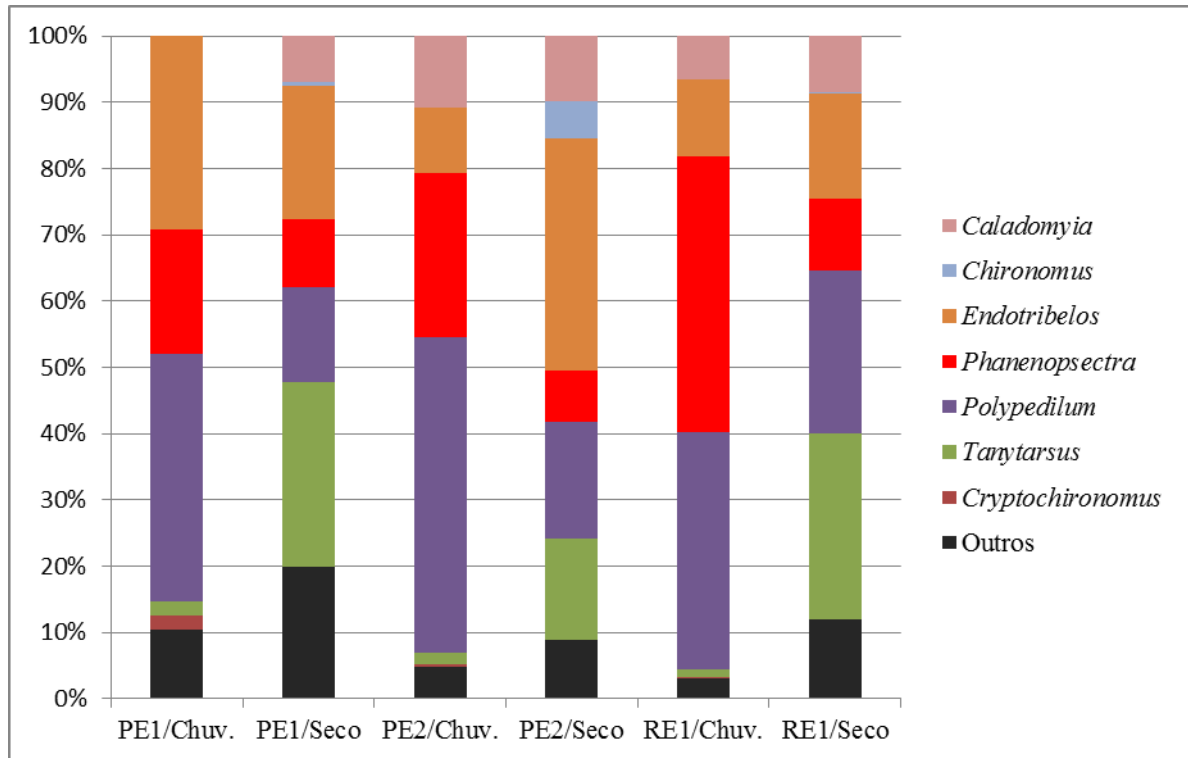
abundância de larvas para esta coleta foi encontrada para os pontos C2, PT1 e PE2 respectivamente.

O Teste t (diversity test)<sup>1</sup> mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a diversidade total de Chironominae entre os períodos de coleta. Porém quando esse teste foi aplicado para verificar diferença na diversidade dos pontos de coleta entre períodos de amostragem o mesmo não pôde ser observado, pois os pontos que mostraram diferença significativa na diversidade entre os períodos de amostragem foram somente os pontos com presença de mata ciliar preservada PE1 ( $p < 0,01$ ), PE2 ( $p < 0,01$ ) e RE1 ( $p < 0,01$ ).

Como pode ser observado na figura 8, houve a mudança na participação relativa dos táxons mais expressivos entre os períodos de coleta nos cursos d'água considerados naturais. No período chuvoso a abundância relativa foi maior para *Endotribelos*, *Phaenopsectra* e *Polypedilum*, porém no período seco ocorreu aumento na abundancia relativa de *Tanytarsus* e decréscimo na abundância relativa de *Phaenopsectra* e *Polypedilum*, o mesmo não ocorreu para *Endotribelos* que não seguiu tal padrão para todos os cursos d'água considerados naturais. Para os cursos d'água considerados alterados não foi realizado essa comparação, pois na maioria deles o número de larvas encontradas no período chuvoso foi inexpressivo.

---

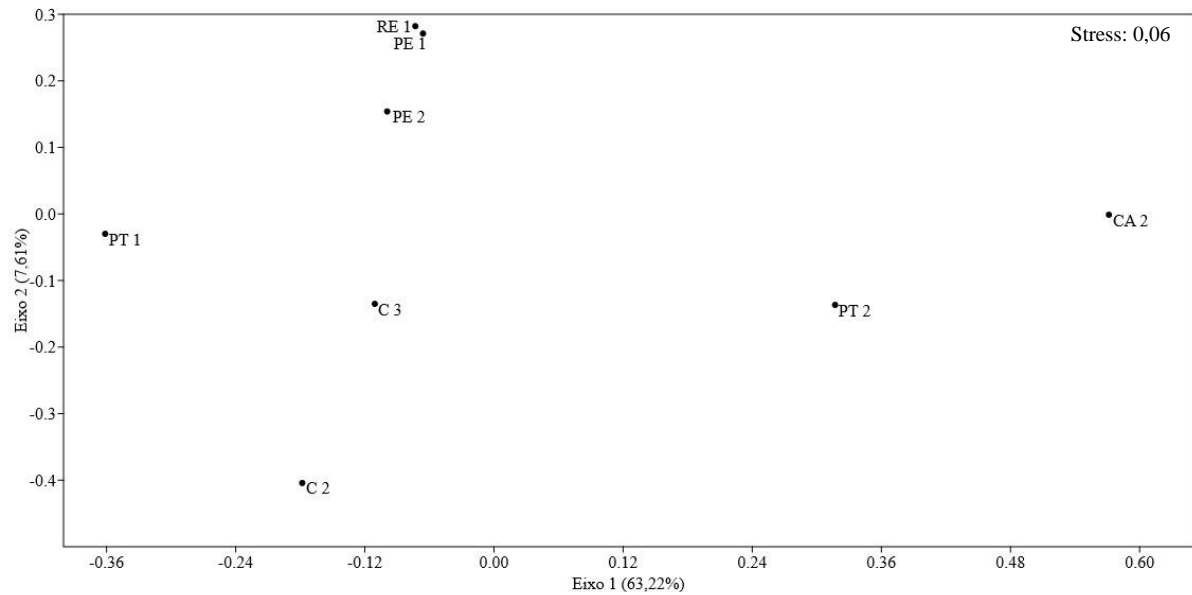
<sup>1</sup> \*diversity test: test t realizado com base no índice de Shannon. Ao testar a diferença entre períodos para o ponto CA2 o resultado foi ND (não determinado).



**Figura 8-** Gráfico da abundância relativa dos táxons mais expressivos para os dois períodos de amostragem (chuvoso/seco) nos pontos considerados naturais (PE1, PE2 e RE1).

**Fonte:** do Autor

O teste não paramétrico Kruskal-Wallis mostrou diferença significativa ( $p < 0,01$ ) na composição da fauna de Chironominae entre os cursos d'água com presença de vegetação ciliar e os pontos com diferentes usos adjacentes do solo. Esta diferença na composição da fauna para os diferentes uso do solo é melhor observada no gráfico gerado pela análise escalonamento multidimensional (MDS) (Figura 9) que agrupou os pontos com base no coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.



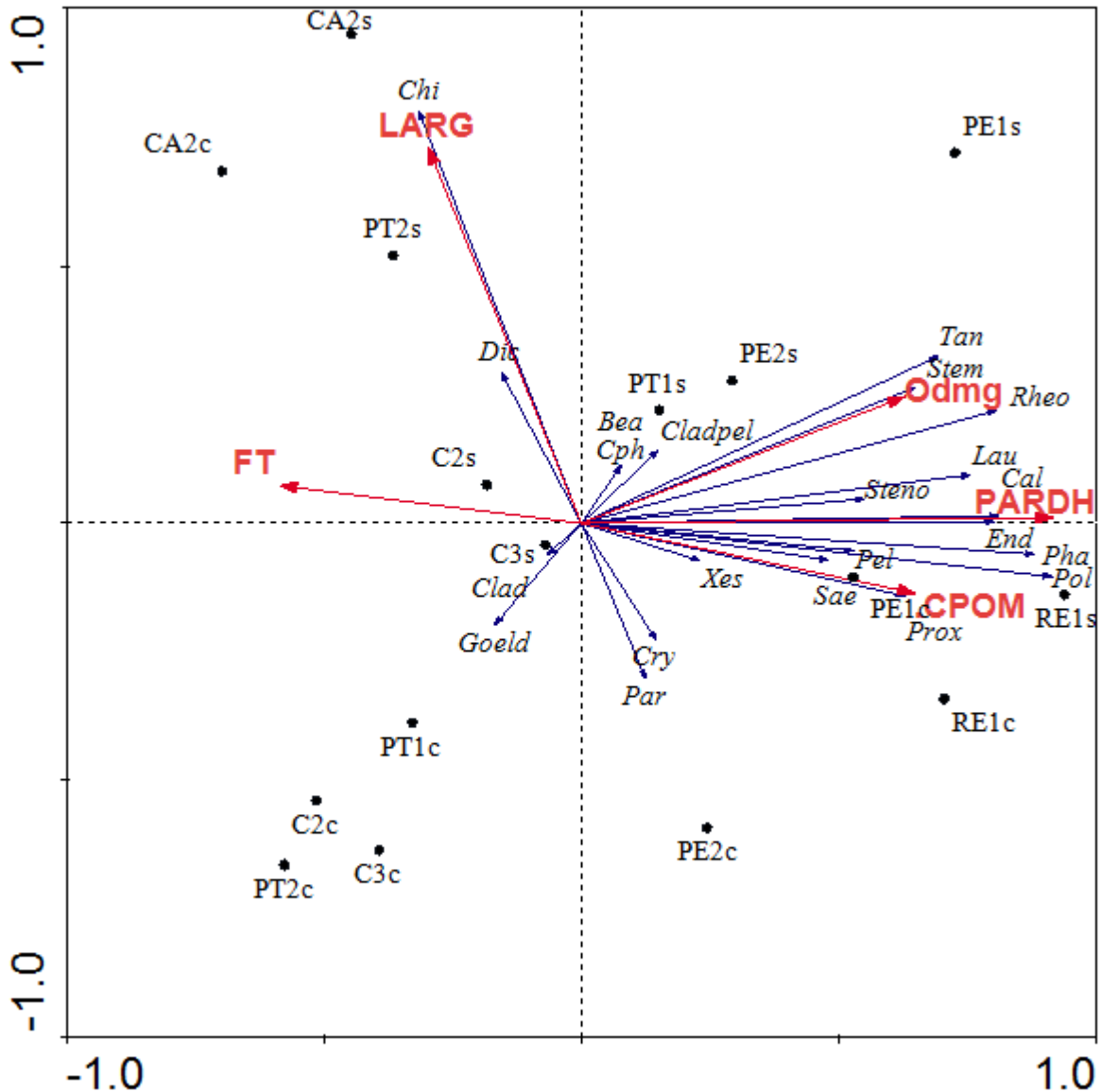
**Figura 9-** Gráfico da análise de escalonamento multidimensional (MDS) para a composição dos táxons de Chironominae.

**Fonte:** Do Autor.

Alguns táxons deste estudo pareceram ter preferência para cursos d'água com tipos específicos de uso adjacente do solo, como é o caso das larvas de *Beardius*, *Cladotanytarsus*, Complexo *Harnischia*, *Dicrotendipes* e *Goeldichironomus* que tiveram ocorrência exclusiva para áreas de pastagens. Já *Caladomyia*, *Cladopelma*, *Lauterborniella*, *Phaenopsectra*, *Paratendipes*, *Rheotanytarsus*, *Saetheria* e *Stempellinella* tiveram preferência por áreas com integridade de mata ciliar.

A RDA realizada utilizando as variáveis ambientais e biológicas dos dois períodos de amostragem (seco e chuvoso) explicou 73,6% ( $F=5,77$  ;  $p=0,002$ ) da variabilidade na composição e distribuição das assembleias de Chironominae. O primeiro eixo sozinho foi responsável por explicar 55% da variabilidade e foi positivamente relacionado com as variáveis oxigênio dissolvido (odmg), integridade ambiental (PARDH) e matéria orgânica particulada grossa (CPOM) e negativamente com as variáveis largura do trecho (LARG) e finos totais (FT: argila e silte). No gráfico da RDA (Figura 10) é possível observar a relação das variáveis com os eixos, a separação dos pontos considerados alterados dos naturais (exceto PT1 no período seco), como também perceber alguns agrupamentos. Os táxons *Tanytarsus*, *Stempellinella*, *Rheotanytarsus*, *Lauterborniella*, *Caladomyia* *Stenochironomus* *Endotribelos*, *Phaenopsectra* e *Polypedilum* foram relacionados às variáveis oxigênio dissolvido e integridade ambiental, além das variáveis supracitadas é importante ressaltar a

relação de *Xestochironomus* com a variável CPOM. Já o táxon *Chironomus* que esteve negativamente relacionado ao eixo 1 e positivamente relacionado ao eixo 2 teve a sua relação com os pontos CA2 e PT2 caracterizado principalmente por maior largura de trecho e sedimento com maior porcentagem de finos totais. Os demais táxons que foram menos expressivos nas coletas no geral foram relacionados linearmente aos pontos onde foram coletados.



**Figura 10-** Gráfico da Análise de redundância (RDA).

**Fonte:** Do Autor

**Nota:** Varáveis ambientais: PARDH, oxigênio dissolvido (Odmg), largura do trecho (LARG), CPOM. E biológicas: *Beardius* (*Bea*) *Caladomyia* (*Cal*), *Chironomus Cladotanytarsus* (*Clad*), Complexo *Harnischia* (*Cph*), *Cryptochironomus* (*Cry*), *Dicotendipes* (*Dic*), *Endotribelos* (*End*), *Goeldchironomus* (*Goeld*), *Lauterborniella*, *Pelomus* (*Pel*) *Phaenopsectra* (*Pha*), *Polypedilum* (*Pol*), *Paratendipes* (*Par*), *Próximo Paratendipes* (*Prox*), *Rheotanytarsus* (*Rheo*), *Saetheria* (*Sae*), *Stempellinella* (*Stem*), *Stenochironomus* (*Steno*), *Tanytarsus* (*Tan*), *Xestochironomus* (*Xes*).

## 6 DISCUSSÃO

Nesta parte do trabalho foram levantadas as possibilidades que a influência das condições ambientais do entorno e as interações biológicas exercem sobre a fauna de Chironominae.

### 6.1 Variáveis abióticas

As condições ambientais são moduladoras e estruturadoras de comunidades biológicas não só em ambientes aquáticos, mas como em muitos outros ecossistemas. Segundo Moreno et al., (2006) toda mudança nas condições do ambiente acarreta em alterações de comunidades biológicas, por esse motivo o grau dessas mudanças devem ser estudadas.

#### 6.1.1 Variáveis físicas e químicas da água

No período chuvoso a temperatura da água foi maior nos pontos caracterizados por ausência de vegetação ripária, sendo maior nos pontos com entorno composto por pastagens (PT1 e PT2) e café (C2 e C3) respectivamente. A ausência da vegetação ripária ao redor dos cursos d'água pode ter sido o fator determinante para esta situação (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003; CORBI, 2006).

Para o período seco, a temperatura da água parece não seguir nenhum padrão em relação aos pontos de coleta. Talvez essa situação tenha acontecido pelo fato das coletas terem sido realizadas no inverno e em diferentes períodos do dia (manhã e tarde), o inverno na região de estudo é caracterizado por manhãs com temperaturas baixas, sendo que o mês de Julho de 2014 foi o mês mais frio daquele ano, com média mensal de 15,3C° (COOXUPÉ, 2015).

O pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes, sendo também uma das mais difíceis de interpretar. Tal complexidade de interpretação do pH se deve ao grande número de fatores que pode influenciá-lo (ESTEVES, 1998). Os valores médios para pH do presente estudo estiveram entre 5,76 e 7,47. Exceto para os valores 5,76 (ponto PE2 em Julho e Agosto/2014) e 5,98 (ponto PT1 em Julho e Agosto/2014), os valores de pH seguem os relatos de Esteves (1998), o qual descreve que os valores de pH das águas continentais variam de 6 a 8.



A condutividade elétrica para o período chuvoso teve o maior valor nos pontos com entorno composto de cana-de-açúcar (CA2) e café (C3), respectivamente. Para o período seco o maior valor de condutividade elétrica (máximo valor encontrado foi de  $0.165 \text{ mS.cm}^{-1}$ ) foi encontrado para o ponto PE2. Maiores valores de condutividade elétrica foram encontrados por Saito (2013) em ambientes alterados, diferente de Corbi (2006) que obteve maior valor de condutividade em curso d'água em região de mata atlântica. Porém diferente deste estudo, os estudos acima citados não alcançaram valores de condutividade elétrica maiores que  $60 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

Em todos os pontos no período chuvoso em relação aos mesmos pontos para o período seco tiveram diminuição nos valores de turbidez. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas (CETESB, 2009). O maior valor de turbidez encontrado para ponto com entorno composto de cana-de-açúcar (CA2, que foi caracterizado por falta de vegetação ripária e sedimento siltoso). Segundo a CETESB (2009), a turbidez de uma amostra de água é pode ser influenciada por presença de sólidos em suspensão, tal como o silte.

O oxigênio dissolvido na água foi menor em todos os pontos na coleta de Janeiro/2014 em relação aos mesmos pontos para a coleta de Julho e Agosto/2014. A temperatura da água pode ser responsável por esse fenômeno, pois segundo Esteves (1998) o aumento da temperatura é um dos fatores mais importantes para a diminuição da solubilidade de oxigênio na água. O menor valor de oxigênio dissolvido encontrado para este estudo no ponto CA2 (nos dois períodos de amostragem) pode ser explicado pelas características do entorno (falta de vegetação ripária, modificação e contaminação do solo) e do próprio curso d'água (baixa velocidade de corrente e águas turvas).

Por se tratar de cursos d'água de baixa ordem, apresentam velocidade média da correnteza da água (0,01 a 1,02 m/s), são estreitos (256 cm de largura máxima) e de baixa profundidade (profundidade máxima 39,4 cm).

## **6.2 Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PARDH) e características do sedimento**

O PARDH separou os pontos de coleta em dois grupos distintos, um considerado natural (pontuação acima de 60) e outro alterado (pontuação de 41 a 60). O grupo considerado natural foi composto pelos pontos PE1 e PE2 (entorno: Mata preservada) e RE1 (reflorestamento), estes pontos tiveram também a maior abundância de larvas de

quironomídeos. No grupo considerado alterado estão todos os pontos com entorno composto por pastagem (PT1 e PT2), cafezais (C2 e C3) e canavial (CA2).

A análise de PCA demonstrou uma relação positiva entre o PARDH e os pontos com presença de vegetação ciliar, e negativa para o ponto CA2, o qual obteve também a menor riqueza de táxons neste estudo. No presente estudo, os pontos que tiveram a maior pontuação para o PARDH, também obtiveram a maior abundância e riqueza de larvas, exceto o ponto PT1 que obteve alta riqueza de táxons, porém baixa pontuação para o PARDH. A maior riqueza de táxons para os pontos com presença de vegetação ripária pode ser observada em alguns estudos (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008; GURSKI, 2014; SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008), ou não, como observado em estudo realizado por Saito e Fonseca-Gessner (2014), onde a maior riqueza de larvas de quironomídeos foi encontrada em corpos d'água com entorno composto por pastagem.

Os resultados das análises de componentes principais (PCA) destacaram a granulometria e matéria orgânica do sedimento como variáveis de grande importância na separação ou agrupamento dos pontos de coleta do presente estudo. Em estudo publicado por Rosa et al., (2011), os autores apresentam uma discussão sobre a influência que diferentes substratos têm sob a composição das assembleias quironomídeos.

A areia grossa teve uma relação positiva com os pontos caracterizados por presença de vegetação ripária (PE1, PE2 e RE1) nas duas coletas. Estes pontos têm seus respectivos cursos d'água situados nas regiões mais altas das micro-bacias, próximos a cabeceiras. Segundo Vannote et al., (1980), regiões de cabeceiras possuem o leito composto de substrato arenoso. Vale ressaltar também os maiores valores de CPOM compartilhados pelos cursos d'água acima citados e os com entorno composto cafezais. Esta situação pode ser explicada pela entrada de material alóctone (folhas, galhos e troncos) advindo da vegetação natural dos pontos PE1, PE2 e RE1, e dos próprios cafezais para os pontos (C2 e C3)

Os pontos com entorno composto por café (C2 e C3) além dos altos valores de CPOM (análise visual), também foram caracterizados por sedimento rico em matéria orgânica (análise laboratorial). Esta matéria orgânica pode ser advinda do material vegetal deste tipo de cultivo (folhas e galhos) que junto aos resíduos de agrotóxicos são carregados para o curso d'água através da força da chuva. Segundo Rocha e Lamparelli (1998), o solo das regiões cafezeiras do sul de Minas Gerais geralmente sofre com a contaminação por adubos e agrotóxicos. O carregamento do material advindo do entorno pode ser facilitado pelos locais onde estão situados os cursos d'água (C2 e C3), pois nesse local foi observada alta declividade da região marginal.

Já a predominância de silte nos dois períodos de amostragem encontrada no ponto com entorno composto de cana-de-açúcar (CA2), pode estar relacionada à falta de vegetação ripária, a qual age como barreira física na retenção dos detritos advindo do solo adjacente.

### 6.3 Variáveis biológicas

O Teste t para diversidade mostrou diferença significativa entre a diversidade de táxons para os diferentes períodos de coleta, e também é possível observar um maior número de larvas encontradas no período seco. Hayes e Murray (1989, apud Moller Pillot, 2013), estudando a variação do número de exúvias de quironomídeos encontradas em rios de baixa ordem na Irlanda, chegaram à conclusão que coletas realizadas somente no verão seriam insuficiente para uso no biomonitoramento de rios, devido a grande instabilidade que o período chuvoso proporciona aos cursos d'água. Segundo Bispo et al., (2001), a pluviosidade é um fator de desestabilização de ambientes lóticos, os autores supracitados, relataram que a abundância de formas imaturas do grupo EPT foi bem maior no período seco, e atribuíram a pluviosidade como um dos fatores que mais contribuíram para esta ocorrência.

Além da sazonalidade, a variação no número total de larvas de quironomídeos encontradas entre o período chuvoso e seco, segundo Moller Pillot (2013), pode ser explicada pelo ciclo de vida das espécies, disponibilidade de alimento, interações de predação, competição e parasitismo, dentre outros fatores. Cabe destacar a menor quantidade de larvas encontradas nos pontos com entorno composto de café (C2 e C3) no período chuvoso em relação ao seco. Interações de competição e predação podem ter imperado para este acontecimento, pois em estudo realizado por Coutinho (2015), utilizando como variável resposta as famílias de invertebrados aquáticos, encontrou-se uma rica fauna de insetos aquáticos para esses cursos d'água.

Para a maior abundância de larvas encontradas nos dois períodos de coleta, nos pontos preservados (PE1 e PE2) e reflorestados (RE1), pode-se destacar a presença de mata ciliar, vários autores destacam a presença de mata ciliar como um dos principais estruturadores da fauna de quironomídeos e macroinvertebrados aquáticos em geral (CORBI, 2006; CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2008; GURSKI et al., 2014; MOLLER PILLOT, 2013; SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008; SIQUEIRA; TRIVINHO-STRIXINO, 2005). Dentre os táxons encontrados, os mais representativos foram *Polypedilum*, *Endotribelos*, *Phaenopsectra*, *Chironomus*, *Tanytarsus* e *Caladomyia*. Onde *Polypedilum*, *Endotribelos*, *Tanytarsus* tiveram ocorrência para os diferentes usos do solo do entorno (mata preservada,

pastagens e monocultura de café), *Chironomus* teve ocorrência principalmente em regiões de pastagem (PT2) e de cana-de-açúcar (CA2). Já as larvas de *Phaenopsectra* e *Caladomyia* parecem ter preferência por locais com presença de vegetação ripária (PE1, PE2, e RE1).

As larvas de *Polypedilum* e *Endotribelos* foram os mais abundantes neste estudo, e tiveram ocorrência para todos os cursos d'água (exceto CA2). *Polypedilum* podem ter sua distribuição explicada pela flexibilidade de alimentação e tolerância a diferentes condições ambientais, isso se deve ao fato que diferentes espécies de *Polypedilum* ocupam diferentes ambientes (COOFMAN; FERRINGTON, 1998; EPLER, 1992; RESTELLO et al., 2014; ROQUE et al., 2010). Já *Endotribelos* foi relacionado pela análise de RDA à alta concentração de oxigênio e CPOM. Segundo Roque et al., (2015) *Endotribelos* é comumente encontrado em substratos com presença de madeira.

O táxon *Phaenopsectra* foi o terceiro mais abundante neste estudo, porém suas larvas tiveram ocorrência exclusiva para os cursos d'água considerados preservados. Isso fica claro, quando observado os gráficos da RDA onde *Phaenopsectra* teve forte relação com a variável PARDH. Essa mesma situação, onde *Phaenopsectra* teve ocorrência somente para áreas naturais foi observada por Saito e Fonseca-Gesner (2014), que compartilharam também os resultados para ocorrência dos táxons *Goeldichironomus* e *Harnischia* como habitantes de regiões de pastagem.

O entorno composto por pastagem também foi ambiente exclusivos para os táxons *Beardius*, *Cladotanytarsus* (PT1) e *Dicrotendipes* (PT1 e PT2), apesar de que uma conclusão sobre a distribuição de *Beardius* e *Cladotanytarsus* se torna difícil devido a pequeno numero de larvas encontradas destes taxons. De acordo com Qi et al., (2012), *Dicrotendipes* é encontrado tanto em ambientes lóticos como lênticos, porém parece ter preferência por ambientes lênticos, isso talvez explique a preferência para o ponto PT2 (único local de amostragem que não teve velocidade de corrente detectada pelo correntômetro nos dois períodos de amostragens).

O gênero *Chironomus* apesar de ter ocorrência para diferentes usos do solo neste estudo, o mesmo foi relacionado pela RDA aos pontos CA2 e PT2, regiões caracterizadas por baixos valores de oxigênio dissolvido, sedimento siltoso, e com águas turvas. De acordo com Trivinho-Strixino (2011), as larvas *Chironomus* são comumente encontradas em cursos d'água com baixos teores de oxigênio, sendo muitas vezes dominantes em tais ambientes. Este estudo compartilha os resultados obtidos por Corbi e Trivinho-Strixino (2008), onde *Chironomus* foi o táxon mais abundante em regiões de plantações de cana-de-açúcar.

O quarto táxon mais abundante foi *Tanytarsus*, que foi encontrado em todos os cursos d'água (exceto CA2). Segundo Trivinho-Strixino et al., (2015), *Tanytarsus* é um dos gêneros com maior riqueza de espécies para a região neotropical. Os cursos d'água onde *Tanytarsus* tiveram a maior abundância estão localizados nas regiões florestadas, segundo Henriques-Oliveira (1998), são habitantes de região com acúmulo de folhiços. Essa justificativa também possa explicar a maior abundância de larvas no período seco, pois no período chuvoso os folhiços acumulados sofrem forte influência da ação das chuvas.

De acordo com Moreno et al., (2006) as variáveis físicas e químicas de um curso d'água sofrem uma importante influência dos diferentes usos do solo do entorno, e essa influência decai também sobre a biota aquática, moldando e/ou limitando a ocorrência dos organismos. Dentre as variáveis que mais influenciaram a composição e distribuição dos quironomídeos, o PARDH teve relação forte com os pontos com presença de vegetação ripária (PE1, PE2 e RE1), locais de ocorrência exclusiva dos táxons *Caladomyia*, *Cladopelma*, *Lauterborniella*, *Phaenopsectra*, *Paratendipes*, *Rheotanytarsus*, *Saetheria* e *Stempellinella*, e preferido por *Pelomus*, *Stenochironomus* e *Tanytarsus*. *Tanytarsus*, que apesar de ter ocorrência para outros cursos d'água com diferentes usos do solo, foram correlacionados pela análise de RDA às regiões caracterizadas por integridade ambiental (PARDH).

As larvas de *Endotribelos*, *Polypedilum*, *Xestochironomus* tiveram relação com as variáveis do substrato, principalmente, CPOM e águas com alta concentração de oxigênio dissolvido. Já foi relatado nesse trabalho a plasticidade alimentar e tolerância ambiental apresentada por *Polypedilum*. *Endotribelos* tem relatos na literatura com preferência por substratos com presença de restos vegetais, assim como *Xestochironomus* a ambientes bem oxigenados com acúmulo de folhiços (AMORIN et al., 2004, ROQUE et al., 2015).

Como discutido anteriormente, a RDA mostrou que as larvas de *Dicrotendipes* (ocorrência exclusiva para o PT2) e *Chironomus*, foram relacionadas principalmente a ambientes com sedimento siltoso, maior largura de trecho e baixa concentração de oxigênio dissolvido, características essas relacionadas aos pontos PT2 e CA2.

Outro conjunto separado pela RDA foi o grupo formado pelos táxons *Beardius*, *Cladotanytarsus*, *Cryptochironomus*, Complexo *Harnischia* e *Goeldichironomus*, com forte relação com o ponto PT1. Como discutido anteriormente, Complexo *Harnischia* e *Goeldichironomus* já foram relatados como habitantes de regiões de pastagens. Características de sedimento arenoso com pouca concentração de matéria orgânica prevalecem a presença de larvas que buscam alimentação na coluna d'água, seja através da

predação (*Cryptochironomus*), ou coleta de detritos. Porém neste estudo é necessário salientar o pequeno número de larvas encontradas para estes táxons.

De acordo com Roque et al. (2014), encontrar um subconjunto da comunidade total de insetos aquáticos que responda sobre as diferentes interferências antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos ainda é um desafio, que se alcançado traria grande economia de tempo, recursos financeiros e humanos. Este estudo mostrou que a subfamília Chironominae tem potencial como bioindicador de integridade ambiental, onde a dominância do gênero *Chironomus* esteve relacionada aos pontos com piores scores ambientais e alguns táxons tiveram relação positiva com ambientes com características naturais, como é o caso, por exemplo, de *Phaenopsectra*, *Stenochironomus* e *Stempellinella*. Porém é necessário ressaltar que este estudo se limitou em duas amostragens (período chuvoso e seco) e uma região limitada (duas microbacias no município de Cabo Verde MG).

## 7 CONCLUSÃO

Chegou-se a conclusão que os diferentes usos do solo de entorno têm forte influência sobre a composição e distribuição da fauna de Chironominae, esta influência é caracterizada principalmente pela integridade ambiental (alta pontuação no PARDH), presença ou não de vegetação ripária e características do sedimento, sendo assim o uso e ocupação do solo do entorno de cursos d'água de baixa ordem tem forte influência sobre a composição, abundância e distribuição da fauna de Chironominae.

As características proporcionadas pela vegetação marginal foram moduladoras das assembleias de Chironominae, características físicas e químicas da água e do sedimento. Onde cursos d'água com diferentes usos adjacentes do solo abrigam diferentes comunidades de quironomídeos, sendo as mais e menos ricas as encontradas em regiões preservadas e monocultura de cana-de-açúcar, respectivamente.

A sazonalidade foi outro fator que teve grande influência sobre a fauna de Chironominae, principalmente sobre a abundância de larvas encontradas.

Apesar de este estudo ter mostrado bons resultados para o uso da subfamília Chironominae como variável resposta das interferências antrópicas sobre os ecossistemas, é preciso destacar a necessidade de mais pesquisas sobre o tema, pois estes resultados são advindos de apenas um ano de estudo (duas amostragens) e uma região de coleta (município de Cabo Verde-MG), maiores investigações devem ser realizadas em outras regiões a fim de comprovar tal eficácia.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81–97, 2003.
- ARMITAGE, P. D., CRANSTON, P.S.; PINDER, L. C. V. **The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges**. Chapman and Hall. New York, 1995.
- ASHE, P.; MURRAY, D. A.; REISS, F. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). **Annals of Limnology**, v. 23 p. 27–60, 1987.
- BARROS, T. S. **Padrões de diversidade e organização temporal de Chironomidae (Díptera) em um córrego tropical**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos, 2006.
- BEKETOV, A, M.; KEFFORDB, B. J.; SCHÄFERC, R. B.; LIESS, M. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. **Environmental Sciences**. v. 110. n. 27, p. 11039–11043, jul. 2013.
- BERG, H. B. 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**. Chapman & Hall, London, UK , 1995. p. 136-168
- BISPO, P.C.; OLIVEIRA, L.G.; CRISCI, V.L.; SILVA, M.M. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna Bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera, e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta limnologica Brasiliensia**, v. 13, n. 2, p. 1–9, 2001.
- BROCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Springer, New York, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **EMBRAPA: Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. Jaguariúna, SP, Mar. 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Dados on Line**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sca/ppg7/mataatla/>. Acesso em: Out. 2015
- CABO VERDE (PREFEITURA MUNICIPAL DE CABO VERDE). 2015. **Dados on line**. Disponível em: <<http://www.caboverde.mg.gov.br>>. Acesso em : Out. 2015.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista de recursos hídricos**, v. 6, n. 1, p. 7-78, 2001.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.D.C. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, p. 91-98, 2002.



CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 182, p. 68-71, 2002.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. **QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO**, Série Relatórios. **SIGNIFICADO AMBIENTAL E SANITÁRIO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS E DE AMOSTRAGEM**. São Paulo, 2009.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. **PROTOKOLO para o Biomonitoramento com as Comunidades bentônicas de rios e Reservatórios do estado de São Paulo**. São Paulo, 2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

COFFMAN, W.P., Conclusions. In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V. (Eds.) **The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges**. Londres: Chapman & Hall., 1995. p. 436-447

COLZANI, E.; SIQUEIRA, T.; SURIANO, M. T.; ROQUE, F. O. Responses of aquatic Insect Functional Diversity to Landscape Changes in Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 45, n. 3, p. 343-350, 2013

COOPERATIVA REGIONAL DOS CAFEICULTORES DE GUAXUPÉ (COOXUPÉ). **Dados on line**, . Disponível em: [https://www.cooxupe.com.br/media\\_interna/2/cabo\\_verde](https://www.cooxupe.com.br/media_interna/2/cabo_verde). Acesso em: 13 de fev. 2015.

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

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

CORBI, J. J.; BEATRICE, C.; JÓIA, A. Macroinvertebrados aquáticos do córrego Pinheirinho, Parque do Basalto, Araraquara: Subsídios para estratégias de conservação local. **Revista Uniara**, v. 12, n.2, dez. 2009.

COUTINHO, C. B. **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES USOS DE SOLO NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM CURSOS D'ÁGUA DE BAIXA ORDEM NO MUNICÍPIO DE CABO VERDE - MG**. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental), UNIFAL, Alfenas, 2015.

- CRANSTON, P. S. Introduction. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. **The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges**, Chapman & Hall, London. 1995.
- CRANSTON, P. S. Biogeography. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. **The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges**, Chapman & Hall, London. 1995.
- CRANSTON, P. S. Medical significance. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. **The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges**, Chapman & Hall, London. 1995.
- CUMMINS, K.W; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.
- EGLER, M. **Gerenciamento integrado de Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro**: Ensaio de Indicador Para o Estabelecimento da Avaliação das Relações Entre Qualidade da Água e Cobertura Vegetal. 2012. 315f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 1ªed., 1998
- FAIRWEATHER, P. G.; State of environment indicators of river health: exploring the metaphor. **Freshwater Biology**. v. 41, p. 211-220, 1999.
- FERRACINI, V. L.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y. Utilização da Rodamina B como traçador na avaliação de deposição de agrotóxicos. In: CONGRESO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EN LABORATORIOS, 2., 2004, Valladolid. **Anais...** Libro de comunicaciones... Valladolid: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, p. 467-472, 2004.
- FREY, D. G.. Biological integrity of water- an historical approach. Pages 127-140, in R. K. Ballentine and L. J. Guarraia (editors). *The Integrity of Water. Proceedings of a Symposium. March 10-12, 1975. U. S. Environmental Protection Agency*, Washington, DC, 1977
- GILLER, P. S.; MALMQVIST, B. **The Biology os Streams and Rivers**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- GOULART, M. D. C.; CALLISTO M. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, 2003.
- GURSKI, F. A.; PINHA, G. D.; MORETTO, Y.; TAKEDA, A. M.; BUENO, N. C. Effect of habitat heterogeneity in the composition and distribution of Chironomidae (Diptera) assemblage in different microhabitats of preserved streams in the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 163–175, 2014.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira : taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora INPA, 2014.

- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm), 2001.
- HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.
- HART, B.; MAHER, B.; LAWRENCE, I. New Generation Water Quality Guidelines for Ecosystem Protection. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 347-359, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE): **Dados on line**. 2013. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=310950&search=minasgerais|ca bo verde|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>, Acesso em: 02 Set. 2013
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados on line**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=310950&search=||infor r%E1ficos:-hist%F3rico>. Acesso em: Out. 2015.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Dados on line**. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3891](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3891). Acesso em: Out. 2015.
- JARDIM, W. F. MEDIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE VALORES DO POTENCIAL REDOX ( $E_H$ ) EM MATRIZES AMBIENTAIS. **Quim. Nova**, v. 37, n. 7, p. 123 –1235, 2014
- KARR, J. R.; D. R. DUDLEY. Ecological perspectives on water quality goals. **Environmental Management**, v. 5, p. 55-68, 1981.
- KARR, J. R. Defining and assessing ecological integrity: beyond water quality. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 12, p. 1521-1531, 1993.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2 ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, p. 620, 1998.
- LEITE, R. C. **Distribuição espacial de Chironomidae (Diptera) em riachos da região norte da Serra do Mar, Estado de São Paulo**. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área: Entomologia) – FFCLRP da USP, Ribeirão Preto, 2010.
- LEITE-ROSSI, L. A.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Are sugarcane leaf-detritus well colonized by aquatic macroinvertebrates?. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 3, p. 303-313, 2012.
- MAITLAND, P. S. The distribution of zoobenthos and sediments in Loch Leven, Kinross, Scotland. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 85, n.1, p. 98-125, 1979.
- MENDES, H. F. **Revisão das espécies neotropicais de Neelamia Sopenis, Nilothauma Kieffer e Paranilothauma Sopenis (Diptera: Chironomidae: Chironomini)**. 2008. XXf. Tese (Doutorado em Entomologia) FFCLRP da USP, Ribeirão Preto, 2008.

- MENDES, H.F.; PINHO, L.C. Brazilian chironomid home page, 2014. **Dados on line**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/brazilianchironomids/home>. Acesso em: Out., 2015
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza e Conservação**, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010.
- MOLLER-PILLOT, H. K. M. **Chironomidae Larvae, Volume 3: Biology and Ecology of the Aquatic Orthoclaadiinae**. KNNV, Zeist, Holanda, 2013.
- MORAIS, S. S.; MOLOZZI, J.; VIANA, A. L.; VIANA, T. H.; CALLISTO, M. Diversity of larvae of littoral Chironomidae (Diptera: Insecta) and their role as bioindicators in urban reservoirs of different trophic levels. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 4, p. 995-1004, 2010.
- MORENO, J. L.; NAVARRO, C.; LAS HERAS, J. D. Abiotic ecotypes in south-central Spanish rivers: Reference conditions and pollution. **Environmental Pollution**, v. 143, p. 388-396, 2006.
- NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U.; Intra- and inter-annual variations in Chironomidae (Insecta: Diptera) communities in subtropical streams. **Zoologia**, v. 32, n. 3, p. 207-214, 2015
- PERES-NETO, P.R.; LEGENDRE, P.; DRAY, S.; BORCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and of fractions. **Ecology**, 2006.
- PINHO, L. C.; MENDES, H.F.; ANDERSEN, T.; MARCONDES, C. B. Bromelicolous *Polypedilum* Kieffer from South Brazil (Diptera: Chironomidae). **Zootaxa**, v. 3716, p. 65, 2013.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, 2001. p. 85
- Qi X.; Lin, X.L.; Wang, X.H. Review of *Dicrotendipes* Kieffer from China (Diptera, Chironomidae). **ZooKeys**, v. 183, p. 23-36, 2012.
- RESTELLO, R. M.; BIASI, C.; MORAES, P. F. M. B.; GABRIEL, G.; HEPP, L. U. Composition and diversity of the Chironomidae in subtropical streams: effects of environmental predictors and temporal analysis. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 215-226, 2014.
- RICHARDSON, D. M. et al. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasion, and restoration prospects. **Diversity and Distributions**, v. 13, p. 126-139, 2007.
- ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. **Mecanização e agricultura de precisão**. Geoprocessamento. In: SILVA, F. M. Poços de Caldas: UFV, Cap. 1, 1998. p. 1-30
- ROHR, J.R.; KERBY, J.L.; SIH, A. Community ecology as a framework for predicting contaminant effects. **Ecology and Evolution**, v. 21, n. 11, p. 606–613, 2006.
- ROQUE, F. O. **Chironomidae (Diptera) em córregos de baixa ordem em áreas florestadas do estado de São Paulo, Brasil**. 2005. 71f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos, 2005.

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

ROQUE, F. O.; GUIMARÃES, E. A.; RIBEIRO, M.C.; ESCARPINATI, S. C.; SURIANO, M. T.; SIQUEIRA, T. The taxonomic distinctness of macroinvertebrate communities of Atlantic Forest streams cannot be predicted by landscape and climate variables, but traditional biodiversity indices can. **Brazilian Journal Biology**, v. 74, n. 4, p. 991-999, 2014.

ROQUE, F. O.; ESCARPINATI, S. C.; VALENTE-NETO, F.; HAMADA, N. Responses of Aquatic Saproxyllic Macroinvertebrates to Reduced-Impact Logging in Central Amazonia. **Neotrop Entomol**, v. 44, p. 345-350, 2015.

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

SAITO, V. S. **Macroinvertebrados aquáticos em riachos de cerrado: abordagens ecológicas teórica e aplicada**. 2013. 67f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos, 2013.

SAITO, V. S.; FONSECA-GESSNER, A. A. Taxonomic composition and feeding habits of Chironomidae in Cerrado streams (Southeast Brazil): impacts of land use changes. **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 26, n. 1, p. 35-46, 2014

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

SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M. Influence of landscape on assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **Ann. Limnol, - Int. J. Lim.** v. 48, p. 391-400, 2012

SILVA, F. L.; MOREIRA, D. C.; BOCHINI, G. L.; RUIZ, S. S. Hábitos alimentares de larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) do córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil. **Biotemas**. v. 21, n. 2, p. 155-159, Jun. 2008.

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

SHIELS, D. R. Implementing landscape indices to predict stream water quality in na agricultural setting: An assessment of the Lake and River Enhancement (LARE) protocol in the Mississinewa River watershed, East-Central Indiana. **Ecological Indicators**, v.10, p. 1102-1110, 2010.

SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo state, Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 129-136, 2004

SURIANO, M. T. MACROINVERTEBRADOS EM CÓRREGOS DE BAIXA ORDEM SOB DIFERENTES USOS DO SOLO NO ESTADO DE SÃO PAULO: SUBSÍDIOS PARA O BIOMONITORAMENTO. 2008 Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCAR, São Carlos, 2008.

TOCKNER, K.; STANFORD, J. A. Riverine flood plains: present state and future trends. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 3, p. 308-330, 2002.

TOKESHI, M. Production ecology. In: Armitage, P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. **The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges**, Chapman & Hall, London. 1995.

TONI, K. R.; NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; DECAIN, V.; ROVANI, I. L.; HEPP, L. U. Integridade da paisagem e sua influência sobre a composição da comunidade de Chironomidae (Diptera) em riachos de pequena ordem. **Ecologia Austral**, v. 24 p. 335-342, 2014.

TRIVINHO-STRIXINO, S. **Larvas de Chironomidae. Guia de identificação**. São Carlos, Depto de Hidrobiologia/UFSCar, p. 371, 2011.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p. 67-76, 2010.

VALENTE-NETO, F.; KOROIOVA, R.; FONSECA-GESSNER, A. A.; ROQUE, F. O. The effect of riparian deforestation on macroinvertebrates associated with woody debris. **Aquat Ecol**, v. 49 p. 115-125, 2015

VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2007, Caxambú, MG. Composição e Estrutura de Associações de Macroinvertebrados Bentônicos do Rio Itajaí-Mirim, Santa Catarina. **Anais...**Caxambú, MG: Scheffer, R.; Beaumord, A. C. 2007.

WARD, J. V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 8. p. 2-8, 1989.

WHITFIELD, J. Vital signs. **Nature**, v. 411, n. 28, p. 989-990, 2001.

World Wide Fund For Nature (WWF). **Dados on line**. Disponível em: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/dia\\_do\\_meio\\_ambiente/mata\\_atlantica\\_dia\\_do\\_meio\\_ambiente/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/dia_do_meio_ambiente/mata_atlantica_dia_do_meio_ambiente/). Acesso em: Out. 2015.

YOKOYAMA, E. **Distribuição de Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) em Riachos de Mata Atlântica da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo, Brasil**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área: Entomologia) – FFCLRP da USP, Ribeirão Preto, 2008.

## ANEXO

ANEXO A – Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats (PARDH), proposto por Callisto et al., 2002.

Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

<i>Descrição do Ambiente</i>			
<i>Localização:</i>			
<i>Data de Coleta:</i> ___/___/___		<i>Hora da Coleta:</i> _____	
<i>Tempo (situação do dia):</i>			
<i>Modo de coleta (coletor):</i>			
<i>Tipo de Ambiente: Córrego ( ) Rio ( )</i>			
<i>Largura média:</i>			
<i>Profundidade média:</i>			
<i>Temperatura da água:</i>			
<b>PARÂMETROS</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>		
	<i>4 pontos</i>	<i>2 pontos</i>	<i>0 ponto</i>
<i>1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)</i>	<i>Vegetação natural</i>	<i>Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento</i>	<i>Residencial/ Comercial/ Industrial</i>
<i>2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderada</i>	<i>Acentuada</i>
<i>3. Alterações antrópicas</i>	<i>Ausente</i>	<i>Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)</i>	<i>alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)</i>
<i>4. Cobertura vegetal no leito</i>	<i>Parcial</i>	<i>Total</i>	<i>Ausente</i>
<i>5. Odor da água</i>	<i>Nenhum</i>	<i>Esgoto (ovo podre)</i>	<i>óleo/industrial</i>
<i>6. Oleosidade da água</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderada</i>	<i>Abundante</i>
<i>7. Transparência da água</i>	<i>Transparente</i>	<i>turva/cor de chá-forte</i>	<i>opaca ou colorida</i>
<i>8. Odor do sedimento (fundo)</i>	<i>Nenhum</i>	<i>Esgoto (ovo podre)</i>	<i>óleo/industrial</i>
<i>9. Oleosidade do fundo</i>	<i>Ausente</i>	<i>Moderado</i>	<i>Abundante</i>
<i>10. Tipo de fundo</i>	<i>pedras/cascalho</i>	<i>Lama/areia</i>	<i>cimento/canalizado</i>

Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al. (1997). (Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas)).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).