

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS-UNIFAL-MG
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MURILO HENRIQUE TANK FORTUNATO

**INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE
EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA EM RIACHOS DE BAIXA
ORDEM DA MATA ATLÂNTICA.**

ALFENAS – MG

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS-UNIFAL-MG
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MURILO HENRIQUE TANK FORTUNATO

**INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE
EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA EM RIACHOS DE BAIXA
ORDEM DA MATA ATLÂNTICA.**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Mestre em Ciências
Ambientais pela Universidade Federal de
Alfenas/UNIFAL-MG.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Augusto Zaitune Pamplin

ALFENAS – MG

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3701-9685 (Coordenação) / (35) 3701-9262 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



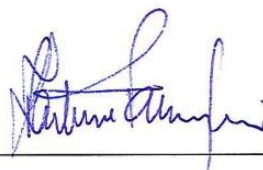
MURILO HENRIQUE TANK FORTUNATO

“Influência do uso do solo na estrutura das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos de baixa ordem da Mata Atlântica”

A Banca julgadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Aprovado em: 24 de julho de 2017.

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

Assinatura: 

Prof. Dr. Fábio Batagini Quinteiro
Instituição: USP

Assinatura: 

Prof. Dr. Humberto Fonseca Mendes
Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura: 

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe Regina Célia Tank por todo apoio durante o mestrado e em todos os meus objetivos.

A minha namorada Jéssica Cristina Miranda e sua família por apoio em todos os momentos que precisei, até na questão logística do mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Augusto Z. Pamplin pela orientação e apoio em todo andamento da dissertação.

Aos Drs. Humberto Fonseca Mendes e Fábio Batagini Quinteiro por participarem da banca.

As pesquisadoras da Embrapa Meio Ambiente, Dra. Kathia Cristhina Sonoda e Dra. Mariana Silveira Guerra Moura e Silva pela oportunidade do projeto e do compartilhamento dos dados.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que permitiu que pudéssemos colaborar com o projeto BACAJA com o título: “Efeitos do uso da terra sobre aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos em áreas de cabeceira das bacias dos rios Camanducaia e Jaguari e ao Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo líder do projeto BACAJA.

Aos amigos Lincoln Faria, Douglas Rocha e Matheus Castro por apoio, auxílio e incentivo durante todo esse tempo.

Aos meus amigos de república Danilo Lima e Udélis Faria pelas conversas diárias e compartilhamento de suas ideias.

A Prof. MSc. Mireile Reis dos Santos pela ajuda na identificação das larvas da ordem Trichoptera.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, pelo profissionalismo e dedicação nos momentos em que foram requisitados.

A Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Campus Avançado de Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia e campus de Alfenas, onde desenvolvi meu projeto e realizei minhas disciplinas.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para que fosse possível a apresentação desta dissertação.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Recursos hídricos e Ecossistemas lóticos.....	15
2.2 Caracterização dos riachos e variáveis limnológicas.	16
2.3 Influência do uso do solo para agropecuária em riachos de baixa ordem.	17
2.4 Utilização de insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera para verificar a influência do uso do solo em suas respectivas assembleias.	18
2.4.1 EPHEMEROPTERA	18
2.4.2 PLECOPTERA	19
2.4.3 TRICHOPTERA	20
3. OBJETIVO	21
3.1 Objetivos específicos	22
4. JUSTIFICATIVA	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1 Área de estudo	23
5.2 Caracterização dos riachos estudados	24
Riacho 1 – Área Preservada	24
Riacho 2 – Área em Recuperação	24
Riacho 3 – Área Impactada	25
5.3 Procedimento amostral.	26
5.3.1 Obtenção das variáveis ambientais.....	27
5.3.2 Análise de Dados	27
6. RESULTADOS	28
6.1 Caracterização ambiental dos córregos.	28
6.1.1 Aplicação do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida.	28
6.1.2 Variáveis limnológicas.	28
6.2 Análise dos Componentes Principais (ACP).....	30
6.3 Composição das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.	31
6.3.1 Índices Ecológicos.....	35
6.3.2 Análise de <i>Cluster</i>	36
6.4 Análise de Correspondência Canônica.....	36
7. DISCUSSÃO	38

7.1 Análise das variáveis limnológicas.....	<u>38</u>
7.2 Análise da composição de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.....	<u>40</u>
7.2.1 Correlação das variáveis ambientais com os táxons de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.....	<u>40</u>
7.2.2 Composição das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.....	<u>42</u>
8. CONCLUSÃO.....	<u>46</u>
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	<u>47</u>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIDADES DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO CAMANDUCAIA E RIO JAGUARI.....	23
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO RIACHOS MOSTRADOS NO MUNICÍPIO DE MONTE VERDE, MINAS GERAIS	24
FIGURA 3 LOCALIZAÇÃO DO RIACHO MOSTRADO NO MUNICÍPIO DE EXTREMA, MINAS GERAIS	25
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DO RIACHO MOSTRADO NO MUNICÍPIO DE MUNHOZ, MINAS GERAIS	26
FIGURA 5 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL RÁPIDA, CALLISTO ET AL. (2002).....	28
FIGURA 6 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.	31
FIGURA 7 PORCENTAGEM DO INDIVÍDUOS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA NOS PERÍODOS DE COLETA.	34
FIGURA 8 DENDROGRAMA DA ANÁLISE DE <i>CLUSTER</i> DE BRAY- CURTIS PARA SIMILARIDADE ENTRE OS TRÊS RIACHOS ESTUDADOS.	36
FIGURA 9 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA BASEADA DOS DADOS DE ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS ENTRE AS ÁREAS DE ESTUDO E AS VARIÁVEIS FÍSICO/QUÍMICAS DAS MESMAS ÁREAS.	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. VALORES BRUTOS DAS ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS TRÊS ÁREAS DE ESTUDO NATURAL PRESERVADO (MONTE VERDE), NATURAL EM RECUPERAÇÃO (EXTREMA) E NATURAL IMPACTADO (MUNHOZ).	29
TABELA 2. PORCENTAGEM DOS COMPONENTES DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA REALIZADA EM DEZEMBRO DE 2015.	30
TABELA 3. COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA ENTRE OS TRÊS RIACHOS AMOSTRADOS.....	34
TABELA 4. ÍNDICES ECOLÓGICOS ESTIMADOS PARA AS ASSEMBLEIAS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA ENTRE OS TRÊS RIACHOS DO ESTUDO.	35

RESUMO

Em função da importância dos estudos e conhecimento da estruturação de organismos de ecossistemas aquáticos, o intuito desse projeto foi verificar a influência do uso do solo na estruturação das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em três riachos com diferentes níveis de impacto, os riachos estudados pertencem aos municípios de: Monte Verde (preservado), Extrema (em recuperação) e Munhoz (impactada). As coletas aconteceram entre os meses de Dezembro/2015 à Fevereiro/2016 e foi usado a rede “D” com malha de 0,25mm. No presente estudo foram mensuradas variáveis limnológicas (variáveis físico/químicas e análise granulométrica) para análise do ambiente e correlação com os insetos encontrados. Em relação as variáveis do ambiente foi realizada a Análise dos Componentes Principais (ACP) para verificar se houve variáveis físico/químicas mais significativas entre as mensuradas nas áreas de estudo, foi também aplicado o protocolo de avaliação rápida (pars) adaptado para caracterização dos ambientes. Para a diversidade encontrada foram calculados os índices ecológicos de Shannon (H'), Simpson(D) e Margaleff (Mg) e foi aplicado o dendrograma com a Análise de *Cluster* de similaridade Bray- Curtis para verificar proximidade entre os riachos com a abundância de táxons. Para correlacionar os táxons mais representativos com às variáveis ambientais, foi aplicado a Análise de Correspondência Canônica (ACC). Foi possível observar que as variáveis físico/químicas da água se diferiram entre os riachos, sendo que a área preservada registrou valores associados à ambientes mais íntegros. A análise granulométrica descritiva foi eficiente e apresentou valores maiores de areias em Monte Verde e Extrema, enquanto Munhoz apresentou valores menores de areia e maiores de silte e argila. Sobre os táxons encontrados, houve predominância de EPT em Monte Verde, seguido de Extrema e Munhoz respectivamente, com similaridade maior entre os riachos de Monte Verde e Extrema. Todas as análises realizadas se mostraram eficientes, exceto os índices ecológicos que não conseguiram lidar com uma amostragem baixa como as desse estudo.

Palavras-chave: diversidade, abundância, variáveis.

ABSTRACT

The purpose of this project was to verify the influence of soil use on the structuring of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages structure in three streams with different levels of impact, the studied streams belong to the municipalities of: Monte Verde (preserved), Extrema (in recovery) and Munhoz (impacted). Sampling took place between the months of December / 2015 and February / 2016 and the " D " net was used with a mesh of 0.25mm. In the present study, limnological variables (physical / chemical variables and particle size analysis) were measured for environmental analysis and correlation with the insects found. Regarding the environmental variables, a Principal Components Analysis (PCA) was performed to verify if there were any more significant physical / chemical variables among those measured in the study areas. The rapid assessment protocol (pars) adapted by for the characterization of the environments. For the diversity found, the ecological indices of Shannon (H'), Simpson (D) and Margaleff (Mg) were calculated and the dendrogram was applied with the Bray-Curtis similarity Cluster Analysis to verify proximity between streams with abundance of taxa. In order to correlate the most representative taxa with environmental variables, a Canonical Correspondence Analysis (ACC) was applied. It was possible to observe that the physical / chemical variables of the water differed among the streams, where preserved area registered values associated to more intact environments. The descriptive granulometric analysis was efficient and showed higher values of sands in Monte Verde and Extrema, while Munhoz had lower values of sands and higher values of silt and clay. There was a predominance of EPT in Monte Verde, followed by Extrema and Munhoz, respectively, with greater similarity between the streams of Monte Verde and Extrema. All the analyzes performed were efficient, except the ecological indexes that could not handle a low sampling like these of this study.

Key words: diversity, abundance, variables.

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos são divididos em lênticos (lagos e reservatórios) e lóticos (rios e riachos) e são significativamente importantes por possuírem características (p. ex., mesohabitats, tipo de substrato) que influenciam no comportamento de cada organismo que neles habitam.

As instabilidades e a regularidade das águas num sistema lótico são de grande importância para todo tipo de vida. O rio é um integralizador dos fenômenos ocorrentes nas vertentes da bacia, que pode ser avaliado pelos parâmetros de qualidade da água (MERTEN, 2002).

A qualidade da água em ecossistemas lóticos está relacionada à composição química do entorno, do substrato, da composição da vegetação ripária e da participação dos organismos que desempenham papéis de ciclagem de nutrientes, decomposição, colonização, entre outros, propiciando grande diversidade de características.

Outros fatores determinantes para a qualidade dos ecossistemas aquáticos são as variáveis ambientais, as variáveis são responsáveis pela regulação do ambiente e influenciam diretamente a biodiversidade, além das variáveis físico/químicas da água, a composição de sedimentos que exerce papel importante na estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, bem como na determinação de possíveis alterações antrópicas responsáveis pelo assoreamento e modificações na natureza física dos sedimentos aquáticos (FONSECA et al., 2010).

Em virtude das características citadas em relação aos ecossistemas aquáticos e suas variáveis ambientais, os riachos são importantes sistemas ecológicos, pois criam uma heterogeneidade estrutural (LIMA E GASCON, 1999). Ao longo de um riacho como já citado, se formam mesohabitats, os remansos e corredeiras, que são porções de habitat visualmente distintas (OLIVEIRA, 2010).

Corredeira e remansos se distinguem em relação ao fluxo de água, profundidade e tipo de substrato dominante o que em geral, pode levar a distintas composições faunísticas (KOBAYASHI & KAGAYA, 2004; FIDELIS et al, 2008).

Além da dimensão longitudinal, os ambientes lóticos podem ser vistos como ecossistemas hierárquicos (FRISSEL et al., 1986).

Entretanto, diante das características importantes desses ecossistemas, a degradação dos mesmos é motivo de preocupação nas últimas décadas, pois têm sido submetidos a intensos impactos, sendo o urbanismo e a agropecuária uma das principais responsáveis pelas modificações no ambiente aquático como um todo. (TOWNSEND, et al., 1997; WANTZEN, et al., 2006).

Entre os ecossistemas aquáticos mais impactados do Brasil, encontra-se as bacias hidrográficas da Mata Atlântica que é a segunda floresta mais expressiva da América do Sul originalmente era encontrada do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (MIRANDA, 2012). A degradação de rios e córregos da mata atlântica é causada pela perda de vegetação ripária, poluição química e orgânica, represamentos e introdução de espécies exóticas (GOMIERO, SOUZA E BRAGA 2006; OYAKAWA et al. 2006).

O uso do solo é um significativo causador de impactos no ambiente aquático podendo alterar a diversidade de organismos aquáticos, dificultado as tentativas de prevenção e profilaxia à perda de espécies nestes sistemas (WANG, et al. 1992; OURSO E FRENZEL, 2003; ALLAN, 2004).

No ambiente podem existir diferentes tipos de uso do solo que podem impactar riachos, destaca-se o uso para atividades agropecuárias, como monoculturas, pastagens, irrigação e despejo de efluentes e as consequências disso podem ocasionar a perda da mata ripária, escoamento de pesticidas e matéria orgânica de criações aos riachos, uso excessivo de água para irrigação, uso próprio e despejo de esgoto doméstico, porém a perda da vegetação do entorno pode ser considerada o impacto mais significativo entre os citados.

A ausência da mata ripária para o uso do solo influenciam sobre a qualidade da água em ecossistemas aquáticos e também sobre as comunidades que ali habitam (BURCHER E BENFIELD, 2006).

Por isso, existe interesse por conhecer e proteger esses ecossistemas, desenvolvendo critérios biológicos, físicos, químicos que possibilitem diagnosticar o efeito e a magnitude das intervenções humanas (NORRIS E HAWKINS, 2000).

Diante disso, a diversidade dos ecossistemas aquáticos pode ter importante papel na tentativa de recuperação proveniente de impactos de nível antrópico, como por exemplo os macroinvertebrados aquáticos.

Os insetos aquáticos dentro do grupo dos macroinvertebrados formam o grupo taxonômico mais utilizado em programas de monitoramento biológico e indicadores (BAPTISTA, et al. 2009).

Dentre os insetos com potencial para uso em programas de monitoramento ambiental, as principais espécies pertencem às ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera (BROWN, 1997). Esses insetos destacam-se pelo papel que desempenham no ecossistema: a ciclagem de nutrientes, a decomposição, a produtividade secundária, a polinização, o fluxo de energia, a predação, a dispersão de sementes, a regulação das populações de plantas e de outros organismos (PRICE, SLOBODCHIKOFF E WILLIAN, 1984).

Em função dos fatos anteriormente mencionados, as ordens de insetos aquáticos: Ephemeroptera (HAECKEL, 1896), Plecoptera (BURMEISTER, 1938) e Trichoptera (KIRBY, 1813) são muito utilizadas em estudos de bioindicadores da qualidade da água, por suas características sensíveis às mais diversas formas de impactos antrópicos.

Por serem considerados sensíveis a alterações no ambiente (ROSENBERG E RESH, 1993), estes invertebrados têm sido muito utilizados na avaliação da qualidade dos ecossistemas lóticos (GOULART E CALLISTO, 2003).

Alterações na presença ou ausência, na fisiologia, na morfologia, na abundância ou no comportamento das espécies dessas ordens indicam que variáveis químicas e físicas estão fora dos limites toleráveis (FARIA E ALMEIDA, 2007).

Entretanto pode ocorrer resistência de alguns gêneros de EPT em relação aos impactos, o que pode ser resultado de adaptação ou diferenças morfo/fisiológicas.

Essa resistência foi mais encontrada em Trichoptera e Ephemeroptera em estudos recentes (ROSENBERG E RESH, 1993; BUSS E SALLES, 2007). Já Plecoptera não estão associados à águas mais impactadas. (GILER E MALMQVIST, 1998; ROQUE, SIQUEIRA E TRIVINHO-STRIXINO et al., 2005).

A ordem Ephemeroptera compreende insetos com adultos de hábitos terrestres e imaturos aquáticos. A maior parte das ninfas de Ephemeroptera se alimenta basicamente de material vegetal, além de detritos, incluindo material vegetal alóctone (MARIANO E FROELICH, 2007). São organismos predominantemente coletores ou raspadores (consumidores primários de algas e plantas) (DOMINGUEZ et al. 2006). Vivem apenas para se reproduzir e alimentar e ocorrem em ambientes lóticos e lênticos, porém as características dos ecossistemas lóticos favorecem o desenvolvimento dos Ephemeroptera.

A ordem Ephemeroptera é encontrada em todos os continentes, exceto na Antártida, no extremo Ártico e em algumas ilhas oceânicas. Estão distribuídos em diversos mesohabitats, tais como remansos, pedras, corredeiras, pacotes de folhas, ambiente higropétrico, demonstrando grande diversidade em ambientes lóticos (MARIANO E FROELICH, 2007). No Brasil foram

registrados 450 espécies de Ephemeroptera representados em 10 famílias. (DOMINGUEZ et al. 2006).

Já a ordem Plecoptera possui apenas duas famílias no Brasil, (Perlidae e Gripopterygidae, que vive em sua fase imatura na água, e ocorrem em águas correntes. As ninfas de algumas espécies são terrestres, mas vivem em ambientes úmidos e frios, no Brasil existem cerca de 143 espécies descritas (HYNES, 1976; GIILER E MALMQVIST, 1998). Quando muito jovens, elas se alimentam de material particulado fino e posteriormente diferenciam-se em formas predominantemente predadoras (e.g. Perlidae), alimentando-se de outros insetos aquáticos (HYNES, 1976), e formas raspadoras (e.g. Gripopterygidae) (LECCI E FROEHLICH, 2007). Entretanto, alguns estudos sobre alimentação indicam que alguns plecópteros são onívoros (CUMMINS E KLUG, 1979).

Por fim Trichoptera é a maior ordem entre as demais citadas, quanto a suas características particulares, os tricópteros possuem metamorfose completa, vivem a maior parte de suas vidas em corpos d'água, principalmente ecossistemas lóticos, que são bastante oxigenados (CALOR, 2007). A ordem é uma importante componente dos ecossistemas dulcícolas, participando da transferência de energia e nutrientes através de todos os níveis tróficos (WIGGINS, 1996). No Brasil há cerca de 605 espécies descritas correspondente há 16 famílias (PAPROCKI E FRANÇA, 2014).

Estudos nos anos 90 demonstraram o efeito positivo que sua presença atua sobre a qualidade da água dos ambientes lóticos e lênticos (TOWNSEND, SCARSBROOK E DOLÉDEE, 1997). Em geral, organismos desta ordem são sensíveis às perturbações antrópicas, e por isso considerados bons indicadores de boa qualidade ambiental (ROSENBERG E RESH, 1993). Recentemente os estudos envolvendo a taxonomia e a ecologia de EPT vem crescendo exponencialmente como os estudos de (AMARAL, et al, 2015; CENEVIVA-BASTOS, et al, 2017).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Recursos hídricos e Ecossistemas lóticos.

A água é considerada um composto essencial e muito importante na terra. Sua importância para vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua participação (WETZEL, 1983). O ciclo hidrológico também é essencial para a manutenção dos sistemas ecológicos.

A característica essencial de qualquer volume de água superficial localizada em rios, riachos, lagos, represas, entre outros, são a sua instabilidade e mobilidade. Todos os componentes sólidos, líquidos e gasosos (as três fases em que a água existe no planeta Terra) são parte do ciclo dinâmico da água, ciclo este, perpétuo. A fase mais importante deste ciclo para o homem é justamente a fase líquida, em que ela está disponível para pronta utilização (TUNDISI, 2003).

Os ecossistemas lóticos (rios e riachos) são coletores naturais da paisagem, refletindo o uso e ocupação do solo de sua bacia de drenagem, onde se observa como processos de degradação o assoreamento e homogeneização do leito, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats, e a eutrofização artificial (GOULART E CALLISTO, 2003).

Os ecossistemas de água doce têm grande importância no que se trata de conservação, pois estes abrigam uma grande biodiversidade e também são responsáveis na manutenção de grande parte dos recursos naturais utilizados pelo homem (SURIANO, 2008).

Diante de tanta importância dos recursos hídricos e especificamente dos ecossistemas lóticos em relação a diversidade que pode ser encontrada nesses ambientes, os riachos quando em bom estado de preservação pode apresentar taxas de indivíduos representativas.

Segundo STRAHLER, 1957, os riachos foram classificados em ordens, ou seja, riachos que recebem tributários diretamente das nascentes são considerados de 1ª ordem, o encontro de dois riachos de 1ª ordem origina riacho de 2ª ordem, o mesmo acontece quando ocorre a junção de dois riachos de 2ª ordem formando um de 3ª ordem e assim por diante.

Além das diversas características citadas que demonstram a importância desses sistemas, há de considerar a mata-riparia como componente essencial para a qualidade desses ambientes.

A consciência geral de que a vegetação ripária é importante para a manutenção da integridade de ambientes aquáticos lóticos tem sido reforçada em vários estudos em todo o planeta (NAIMAN E DÉCAMPS 1997, BOJSEN E BARRIGA 2002, SWEENEY et al. 2004, CASATTI et al. 2009a), muito por seus efeitos sobre a produção primária (KIFFNEY, RICHARDSON E BULL, 2004), temperatura (LORION E KENNEDY 2009) e fornecimento de material alóctone (galhos, frutos, sementes, folhas e troncos) para dentro do canal (TERESA E CASATTI, 2010).

2.2 Caracterização dos riachos e variáveis limnológicas.

A estruturação das comunidades bentônicas e aquáticas são dependentes das variáveis do ambiente (físico/químicas), características de entorno, composição granulométrica e os ciclos naturais dos componentes. Diante de tantas características que definem um riacho, houve a necessidade de formação de parâmetros que pudessem caracterizar o ambiente para enfim iniciar os mais diversos estudos de limnologia e com isso surgiu protocolos que caracterizam o ambiente de acordo com uma pontuação específica para cada atributo físico do mesmo é relevante para o início de estudos.

Portanto, o grau de conservação do entorno dos ambientes aquáticos é componente essencial nos trabalhos de diagnóstico e preservação ambiental (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; TUPINAMBÁS; CALLISTO; SANTOS, 2007). Um protocolo que vem sendo muito utilizado para este tipo de estudo no Brasil, é o Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats, modificado da proposta de HANNAFORD et al. (1997), adaptado por (CALLISTO, 2002). Após a aplicação desse protocolo é possível dar início a estudos que relacionam a integridade dos habitats com sua respectiva composição faunística e suas variáveis do ambiente, e esses estudos se dão através da mensuração das variáveis físico/químicas e da análise granulométrica dos ambientes.

Os processos de poluição e de degradação dos ecossistemas aquáticos afetam os parâmetros físicos e químicos, e conseqüente influi na qualidade das águas (DA ROCHA, CASSATI E PEREIRA, 2009; BRIGANTE E ESPÍNDOLA, 2009) e através dessas mudanças em relação as variáveis ambientais próximas às originais de cada local é possível determinar as alterações no ambiente de modo parcial.

A Análise granulométrica também é essencial para a caracterização de um ambiente degradado, as diferenças em relação a composição de areia e argila são determinantes para saber o quão íntegro um ambiente aquático está.

A composição dos sedimentos continentais são formados por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos de origem autóctone e alóctone (CALLISTO E ESTEVES, 1996). A composição e distribuição são função dos tipos de rochas na região, características da vegetação terrestre, características topográficas e meteorológicas, fatores químicos e biológicos, fatores limnológicos e/ou hidrológicos, incluindo o efeito do transporte de massa d'água (WARD, 1992). As mudanças principalmente de origem antrópicas podem impactar na sedimentação e por consequência a diversidade fica ameaçada.

2.3 Influência do uso do solo para agropecuária em riachos de baixa ordem.

Os riachos brasileiros estão sujeitos aos mais diversos tipos de impactos antrópicos, entre os mais graves, pode se considerar a agropecuária e o urbanismo. As atividades agropecuárias são muitas e no Brasil esse setor é considerado um dos mais importantes para a economia e movimenta bilhões de reais por ano.

Os impactos das atividades agrícolas sobre os ecossistemas aquáticos continentais são bem registrados em todo o mundo, e entre eles estão às 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).

Este setor iniciou-se no período de colonização no Brasil e de forma desordenada e sem preocupação com os diversos recursos naturais extraídos para as atividades, os biomas foram fragmentados com a implantação de culturas agrícolas, com destaque as regiões sul e sudeste do Brasil (MARTINS, 2001). Em Minas Gerais predomina a cultura de café, que mais exporta em todo o mundo.

A perda da fauna 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 dos mesmos (BEKETOV, 2013; CALLISTO et al., 2001). Os impactos derivados da agropecuária são a perda da vegetação ripária, escoamento de pesticidas e herbicidas, dessedentação do gado, formação de pastagens, escoamento de material orgânico, entre outros.

2.4 Utilização de insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera para verificar a influência do uso do solo em suas respectivas assembleias.

Diante de diversos tipos de impactos que os ecossistemas aquáticos sofrem, a utilização de macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para o biomonitoramento ou utilização como bioindicadores.

Dentre os indicadores, são muito utilizados a um determinado agente poluidor ou a um fator natural potencialmente poluente (p.ex. altas densidades *Oligochaeta* (“minhocas d’água”) e de larvas vermelhas de *Chironomus*, Diptera, em rios com elevados teores de matéria orgânica) (CALLISTO, GOLÇALVES E MORENO, 2005).

Além desses grupos citados os insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera são utilizados como bioindicadores, em função das suas características particulares quando sujeitos as modificações na água.

2.4.1 EPHEMEROPTERA

As ninfas de Ephemeroptera são utilizadas como bioindicadores de qualidade de água, uma vez que possuem alta sensibilidade às alterações na estrutura física e qualidade da água dos córregos (ROSENBERG & RESH, 1993).

Dentre os macroinvertebrados bentônicos, a ordem Ephemeroptera se destaca como um dos principais grupos, principalmente por possuírem representantes em todos os grupos funcionais, serem abundantes e habitarem a maior parte dos habitats disponíveis em ambientes lênticos e lóticos (BARBER-JAMES; HELEN, et al., 2008).

Os Ephemeroptera ocorrem em ambientes aquáticos lênticos e lóticos, sendo a maior diversidade encontrada em rios de cabeceira, de segunda e terceira ordens, com fundo rochoso e água oligotrófica a mesotrófica (MARIANO E FROHELICH, 2007).

No Brasil, a ordem como já citada, é encontrada 450 espécies distribuídas entre os ecossistemas, porém quando se refere a estudos taxonômicos dessa ordem a distribuição é desigual.

Quando consideramos as comunidades de invertebrados dos ecossistemas límnicos, o maior número de trabalhos é das regiões sudeste, sul e norte, refletindo a distribuição dos pesquisadores (e.g. KIKUCHI & UIEDA, 1998; FRANCISCHETTI et al., 2004; CRISCI-BISPO et al., 2007; FIDELIS et al., 2008; SIEGLOCH et al., 2008). Na região centro-oeste, pouco se tem publicado (e.g. BISPO et al., 2006; CABETTE et al., 2010).

Para o Brasil há um total de 63 gêneros e 166 espécies representando 10 famílias: Leptophlebiidae, Baetidae, Leptohyphidae, Guia on-line de identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo: Ephemeroptera Polymitarciidae, Euthyplociidae, Ephemeridae, Caenidae, Oligoneuriidae, Coryphoridae e Melanemerellidae (MARIANO E FROHELICH, 2007).

Dentre as famílias mais numerosas, Baetidae e Leptophlebiidae se destacam, comportando ao todo mais de 60% dos gêneros e 50% das espécies brasileiras. Das cerca de 70 espécies de Ephemeroptera registradas para o Brasil a partir da década de 80, 45 pertencem a essas duas famílias (SALLES, et al. 2004).

2.4.2 PLECOPTERA

A ordem Plecoptera como já citada compreende ninfas que preferem ambientes frios, mais oxigenados e mais íntegros.

A ordem Plecoptera no Brasil ainda é pouco conhecida. A situação do conhecimento sobre os plecópteros no país melhorou após os trabalhos sistemáticos de FROHELICH (1969, 1984, 1990, 1993, 1994, 1998), ILLIES (1963, 1966), JEWETT (1959, 1960) e ZWICK (1972, 1973). Os trabalhos mais recentes vêm abordando também aspectos de ecologia do grupo (FROHELICH E OLIVEIRA, 1997; BISPO et al., 2006) e taxonomia (STARK, 2001; BISPO E FROHELICH, 2004).

Como já citado, no Brasil encontram-se somente duas famílias da ordem Plecoptera: Perlidae, de origem laurásica, ocupando atualmente todas as regiões zoogeográficas do mundo com exceção da Austrália e Antártida (ZWICK, 2000) e Gripopterygidae, de origem gondwânica austral, encontrada na Austrália, Nova Zelândia e na América do Sul (ZWICK 2000). A Família Gripopterygidae ocorre desde o sul do país até as regiões mais altas do Brasil central, tendo até o momento 36 espécies descritas em quatro gêneros (LECCI E FROEHLICH, 2007).

A família Perlidae, no Brasil, também apresenta quatro gêneros, tendo pouco mais de 100 espécies descritas (LECCI E FROEHLICH, 2007), e são encontrados praticamente em todo o território nacional.

2.4.3 TRICHOPTERA

A ordem Trichoptera como já citada, é a maior entre as ordens EPT, são peculiares e sua distribuição acontece muito em função dos mesohabitats e dos períodos sazonais.

Trichoptera compreendem a maior ordem de insetos estritamente aquáticos (NEBOISS, 1991) e constitui a maior proporção da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, com uma fauna mundial de cerca de 13.000 espécies descritas para os ecossistemas dulcícolas (CALOR, 2006), além de algumas espécies marinhas da família Chathamidae, encontradas na Nova Zelândia e Austrália (NEBOISS, 1991).

Em relação ao conhecimento taxonômico para os Trichoptera no Brasil, atualmente há cerca de mais de 600 espécies descritas em 16 famílias: (Anomalopsychidae, Atriplectididae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Odontoceridae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Sericostomatidae, Xiphocentronidae) (CALOR, 2007).

3. OBJETIVO

O objetivo geral do presente estudo foi analisar a influência das atividades agropecuárias na estruturação da assembleia de insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em três riachos com diferentes graus de antropização.

3.1 Objetivos específicos

- ▶ Caracterização dos riachos (protocolo ambiental e variáveis limnológicas).
- ▶ Identificação de gêneros de EPT.
- ▶ Correlação de dados bióticos e abióticos.

4. JUSTIFICATIVA

- ▶ Diferenças entre os riachos de bacias hidrográficas próximas no Sul de Minas Gerais.
- ▶ Contribuição para o entendimento mais específico sobre os impactos da agropecuária em riachos.
- ▶ Parâmetro para outros estudos e para uma gestão de melhoramento dos recursos hídricos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

Os riachos deste estudo foram selecionados pela Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), pois a presente pesquisa fez parte de cooperação entre a empresa e a Universidade Federal de Alfenas.

Ambos os riachos fazem parte das bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Camanducaia (Figura 1) se inserem nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Os riachos selecionados para este estudo estão localizados em uma área preservada no município de Monte Verde-MG, em uma área em recuperação no município de Extrema-MG e em uma área impactada no município de Munhoz-MG.



Figura 1 - Localidades das bacias hidrográficas do rio Camanducaia e rio Jaguari.

Fonte: comitepcj.sp (2010).

5.2 Caracterização dos riachos estudados

Riacho 1 – Área Preservada

O riacho selecionado em Monte Verde (MG) é de segunda ordem, (Figura 2), ($22^{\circ}52'0.408''S$ e $46^{\circ}1'4.296''W$; 1555m de altitude) possui largura de aproximadamente 3 m e profundidade que pode chegar até 1 m. No seu entorno existe a presença de mata ripária, com predomínio de grande variedade de espécies arbóreas nativas. No local também é possível registrar a presença de eucaliptos e araucárias. No córrego é possível distinguir mesohabitats de corredeiras e remansos.

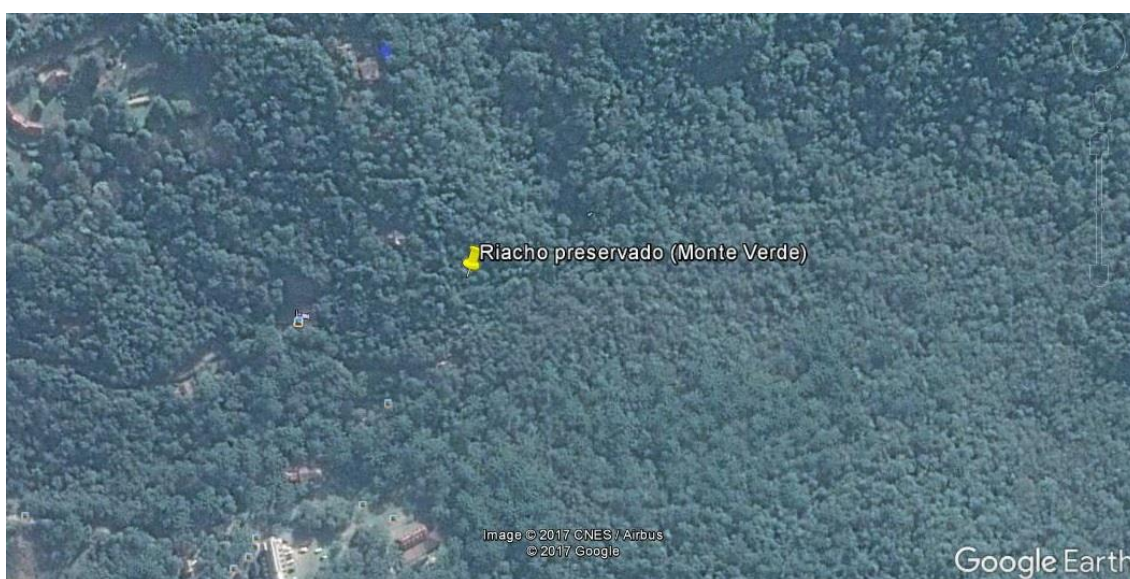


Figura 2 - Localização do riachos mostrado no Município de Monte Verde, Minas Gerais.
Fonte: Google Earth, 2016.

Riacho 2 – Área em Recuperação

O riacho no município de Extrema (MG) é de primeira ordem, (Figura 3), ($22^{\circ} 52' 47'$ S, 40° e $14' 48''$ W; 973m de altitude) possui largura entre 1 e 2 metros e profundidade que pode chegar até 1,5 metros. A vegetação do entorno é composta na maioria por eucalipto (atividade agropecuária). Ao redor do riacho, há propriedades rurais com área de pastagens. Este riacho está inserido em uma área em recuperação pela empresa Melhoramentos há mais de

9 anos e que vem sendo monitorada pela EMBRAPA Meio Ambiente em diversos estudos. Entre os mesohabitats aquáticos, áreas de remansos são predominantes.

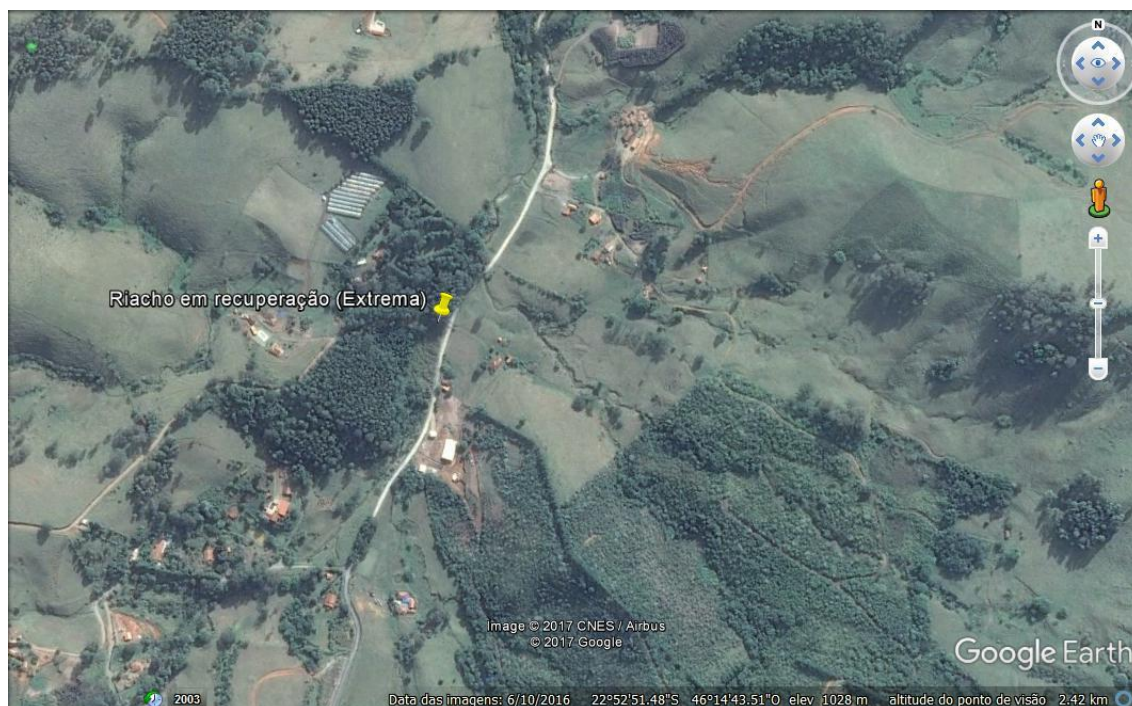


Figura 3- Localização do riacho mostrado no Município de Extrema, Minas Gerais.
Fonte: Google Earth, 2016.

Riacho 3 – Área Impactada

No município de Munhoz (MG) o riacho é de primeira ordem, (22° 40' 10"S e 46° 23' 28' W; 1.235m de altitude), o riacho selecionado fica dentro de uma propriedade de pequenos agricultores e possui largura de aproximadamente 1 a 2 m e profundidade que pode chegar 1,5 m (Figura 4).

A área é cercada de pastagem, com gado próximo ao leito do riacho. No seu curso foram colocados sacos de areia nas regiões de corredeiras para formar remansos artificiais, criando áreas de dessedentação do gado. Também há plantações de café mais acima da propriedade rural.

No entorno do riacho há área de mata ripária e aparentemente possui em parte de sua composição botânica floresta nativa e plantas invasoras, possui substrato lamoso e arenoso, com maiores áreas de remanso.

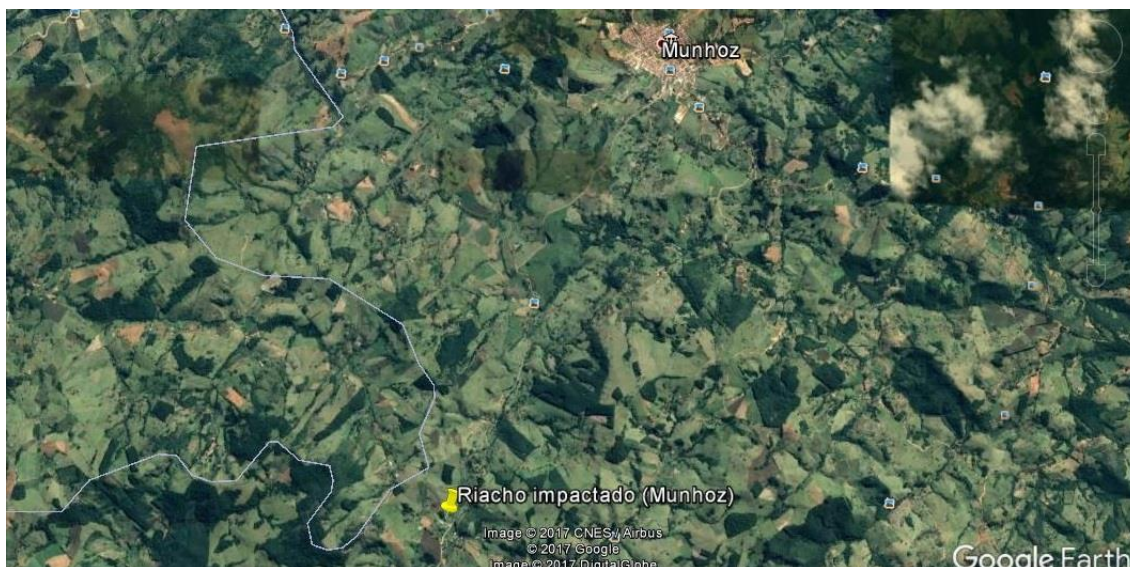


Figura 4 - Localização do riacho mostrado no Município de Munhoz, Minas Gerais.
Fonte: Google Earth, 2016.

5.3 Procedimento amostral.

As coletas foram realizadas entre os meses de dezembro/2015 a fevereiro/2016. Em cada riacho foram estabelecidos aleatoriamente 20 pontos de amostragem. Em cada ponto, os macroinvertebrados aquáticos foram coletados com o uso de rede tipo “D” (malha 0,25 mm).

As amostras foram preservadas em álcool 70% e levadas para o laboratório da Universidade Federal de Alfenas, campus Poços de Caldas. A triagem dos organismos foi feita manualmente com uso de um negatoscópico.

Os exemplares imaturos coletados de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram separados, identificados e contabilizados. A identificação foi feita até nível de gênero em estereomicroscópio marca LEICA® modelo S8APO, utilizando-se de chaves de identificação publicadas por HAMADA, et al. (2014) e MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA (2010).

5.3.1 Obtenção das variáveis ambientais.

A caracterização da integridade ambiental dos riachos foi feita através da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida Simplificada (PARS) adaptado por CALLISTO, et al. (2002).

A temperatura da água, o pH, a condutividade elétrica, a concentração de oxigênio dissolvido e a turbidez foram medidas utilizando-se de um multisensor marca Horiba® modelo U-10. Para caracterização dos ambientes foram coletadas 6 amostras de sedimentos (duas por área de coleta) para caracterização granulométrica, a qual foi realizada de acordo com o procedimento recomendado pela norma técnica NBR 7181/1982 (ABNT, 1982).

5.3.2 Análise de Dados

No presente estudo foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP) para segregação espacialmente as variáveis obtidas no estudo. Já para a correlação dos dados ambientais com os dados bióticos foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (ACC) e para tal análise houve nota de corte para os táxons, sendo que só os mesmos acima de dez indivíduos foram relacionados para a análise, todos os dados foram logaritimizadas para a padronização.

Para cada riacho foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H'), de dominância de Simpson (D), e da riqueza ponderada de Margalef (Mg).

Também foi feita a análise de similaridade de *Cluster* através do índice de Bray-Curtis utilizando-se o método de agrupamento por média não ponderada (UPGMA) para a construção do dendrograma.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software livre PAST 3.0 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

6. RESULTADOS

6.1 Caracterização ambiental dos córregos.

6.1.1 Aplicação do Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida.

Na (figura 5) é mostrada a pontuação obtida através do Protocolo de Avaliação Rápida Simplificada. O riacho localizado no município de Monte Verde atingiu a pontuação de 71, sendo considerado natural. Já os riachos situados em Extrema e Munhoz tiveram pontuação de 45 (alterada) e 34 (impactada), respectivamente.

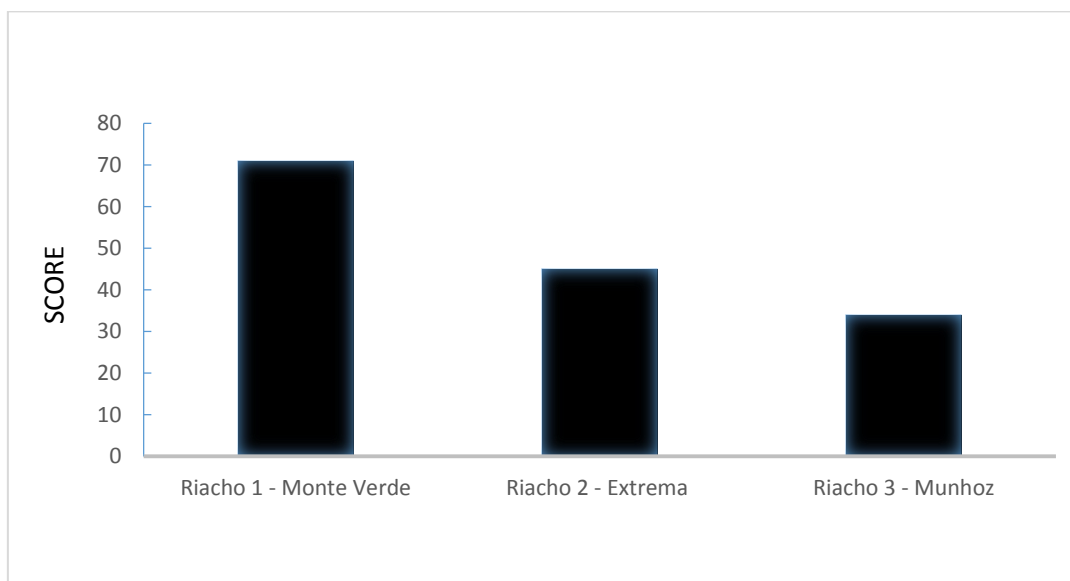


Figura 5. Protocolo de avaliação ambiental rápida, CALLISTO, et al. (2002)

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.2 Variáveis limnológicas.

No período de amostragem, a temperatura d'água variou entre 16,8°C e 21,3°C entre as áreas estudadas (Tabela 1). O pH esteve entre 5,5 e 7,1. Com relação à condutividade elétrica, foi possível verificar que o córrego de Monte Verde (preservado) teve menores valores, variando entre 0,008mS/cm e 0,009 mS/cm, enquanto que nos córregos localizados nos municípios de Extrema e Munhoz, os valores variaram entre 0,045mS/cm (Munhoz em

fev/2016) e 0,063 mS/cm (Extrema em dez/2015). A concentração de oxigênio dissolvido foi semelhante nos três riachos em janeiro e fevereiro de 2016 (entre 6,8 mg.L⁻¹ e 7,9 mg.L⁻¹), exceto em dezembro de 2015 quando a concentração registrada em Monte Verde (9,3 mg.L⁻¹) foi distintamente maior que nas outras áreas (7,2 mg.L⁻¹ em Extrema e 7,6 mg.L⁻¹ em Munhoz).

A turbidez apresentou diferenças entre seus valores, em Monte Verde foi registrado os valores menores e variou de 0 a 23 NTU, em Extrema houve variação de 4 a 55 NTU e Munhoz houve maior turbidez variando de 5 a 298 NTU.

Tabela 1. Valores brutos das análises físicas e químicas das três áreas de estudo Natural Preservado (Monte Verde), Natural em Recuperação (Extrema) e Natural Impactado (Munhoz).

	Locais de Amostragem	pH	Temperatura (°C)	Cond. Elétrica (µS.m⁻¹)	OD (mg.L⁻¹)	Turbidez (NTU)
Dez/2015	Monte Verde	5,5	17,1	0,009	9,3	23
	Extrema	6,4	21,3	0,063	7,2	8
	Munhoz	6,8	21,2	0,046	7,6	298
Jan/2016	Monte Verde	5,5	16,5	0,008	7,8	3
	Extrema	5,8	20,8	0,047	7,9	55
	Munhoz	5,7	20,2	0,059	7,1	5
Fev/2016	Monte Verde	5,9	16,8	0,008	7,5	0
	Extrema	7,1	21,4	0,048	6,8	4
	Munhoz	6,7	20,8	0,045	7,2	53

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação a análise granulométrica (Tabela 2), foi possível verificar que Monte Verde e Extrema possuiu médias totais semelhantes da fração de areia com os valores respectivamente de 95, 33 % e 89% da fração areia.

Já em Munhoz, a média total da porcentagem de areia foi de 61% apresentando maiores valores de silte e argila em relação as demais áreas.

Tabela 2. Porcentagem dos componentes da análise granulométrica realizada em Dezembro de 2015.

		Areia Grossa	Areia Fina	Total	Silte	Argila
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Extrema	Amostra 1	80,73	9,14	89,88	5,93	4,19
	Amostra 2	68,28	7,95	76,23	5,35	18,42
Monte Verde	Amostra 1	86,28	9,19	95,46	3,67	0,86
	Amostra 2	87,31	7,89	95,20	3,10	1,70
Munhoz	Amostra 1	36,09	33,81	69,90	13,17	16,92
	Amostra 2	41,53	13,79	55,33	11,52	33,16

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 Análise dos Componentes Principais (ACP).

Na (Figura 6), foi apresentado o resultado da Análise de Componentes Principais para as variáveis mensuradas nas áreas estudadas. O eixo 1 explicou 89,13% dos dados das variáveis ambientais, apresentando correlação positiva entre pH, temperatura e turbidez, enquanto que o eixo 2 explicou 10,8% da variabilidade dos dados das variáveis ambientais, apresentando uma correlação positiva com todas as variáveis exceto o pH. Com base na figura, é possível verificar a formação de três grupos distintos, um formado apenas pelo riacho preservado (Monte Verde) com forte correlação com as variáveis de concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, outro formado pelo riacho em recuperação (Extrema) com correlação com a variável pH e temperatura e por fim um último grupo formado com o riacho impactado (Munhoz) com forte correlação com a variável turbidez.

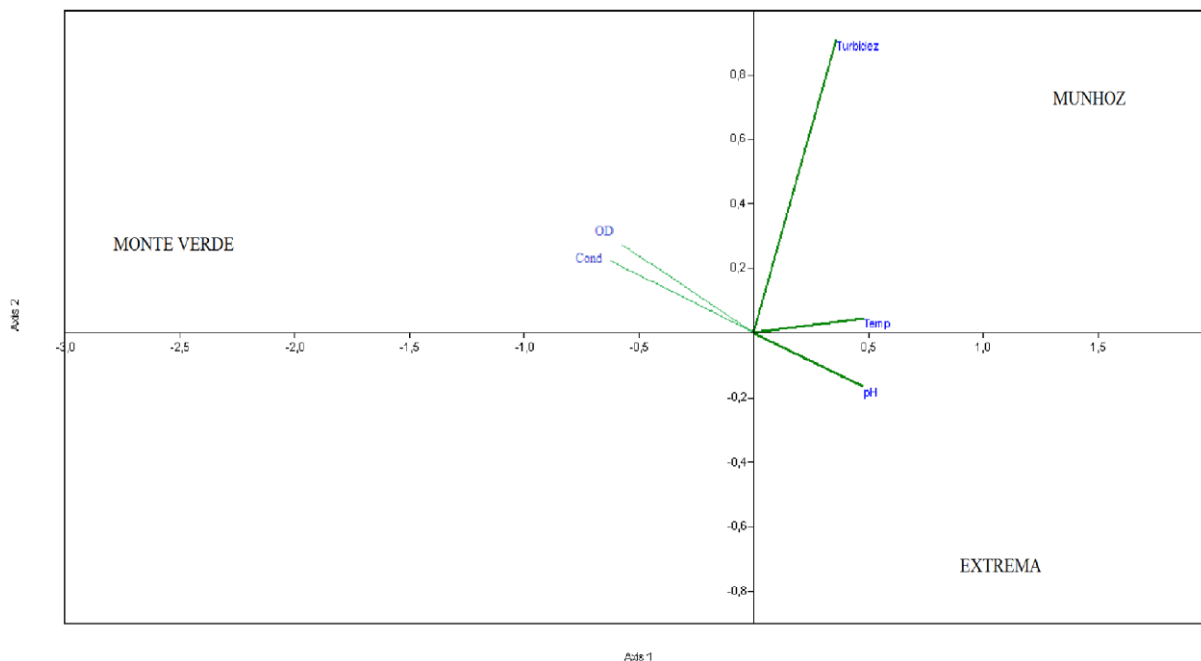


Figura 6. Análise de Componentes Principais das variáveis físicas e químicas da água.
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3 Composição das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

No total, foram coletados 744 larvas das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, as quais estavam distribuídas em 11 famílias e 24 gêneros, conforme apresentado na (Tabela 3).

Entre os riachos, nota-se que houve diferenças em abundância e riqueza de gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Em Monte Verde (ambiente preservado), registrou o maior número de indivíduos coletados representando 56,6% do total coletado, seguido por Extrema (ambiente em recuperação) com 30,6% e Munhoz (ambiente impactado) com 13,04%.

Entre os táxons encontrados, Trichoptera foi maior em abundância de indivíduos e gênero nos três riachos ocupando 72,96 % das amostras, entre os gêneros predominantes de Trichoptera encontrados, *Triplectides*, *Marilia* e *Smicridea* se destacaram. Em Monte Verde e

Munhoz, *Triplectides* foi o táxon mais encontrado, enquanto em Extrema houve predomínio de *Smicridea*.

A ordem Ephemeroptera foi a segunda com maior abundância de indivíduos e gêneros, os táxons mais predominantes foram *Askola* com 14,5% das amostras. Entre os três riachos o gênero mais encontrado foi *Askola e Massartella*.

Por fim Plecoptera foi a ordem com menor abundância em todos os riachos com 12,50% das amostras. Os táxons mais predominantes foram *Anacroneuria* e *Kempnyia*. Entre os três riachos o gênero *Anacroneuria* foi o predominante.

Tabela 3. Composição das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera entre os três riachos amostrados.

	Monte Verde	Munhoz	Extrema
EPHEMEROPTERA			
Baetidae			
<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	2	0	2
<i>Apobaetis</i> Day, 1955	3	2	2
Caenidae			
<i>Caenis</i> Stephens, 1835	3	0	1
Leoptophellibidae			
<i>Askola</i> Peters, 1969	24	10	20
<i>Farrodes</i> Peters, 1971	8	0	1
<i>Massartella</i> Lestage, 1930	15	3	1
<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	3	0	0
Leptohyphidae			
<i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882	0	2	1
<i>Trichorytodes</i> Ulmer, 1920	2	0	2
PLECOPTERA			
Gripopterygidae			
<i>Gripopteryx</i> Pictet, 1841	6	0	4
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	1	0	1
<i>Tupiperla</i> Froehlich, 1969	1	0	0
Perlidae			
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	29	3	15
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1909	17	1	10
<i>Macrogynoplax</i> Enderlein, 1909	4	0	0

TRICHOPTERA			
Calamoceratidae			
<i>Phylloicus</i> Müller, 1880	20	21	18
Hydrobiosidae			
<i>Atopsyche</i> _Banks, 1905	3	0	7
Hydropsychidae			
<i>Blepharopus</i> Kolenati, 1859	6	0	4
<i>Macrosternum</i> Kolenati, 1859	3	0	7
<i>Smicridea</i> Mclachlan, 1871	35	14	55
Leptoceridae			
<i>Notalina</i> Mosely, 1936	11	8	0
<i>Triplectides</i> Kolenati, 1859	120	31	35
Philopotamidae			
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	1	0	2
Odontoceridae			
<i>Marilia</i> _Müller, 1880	96	9	39

\Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os meses em que as amostras foram coletadas é possível notar na (Figura 7) o quanto as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera variaram.

No riacho preservado em Monte Verde, Trichoptera variou de 80% nos primeiros meses à 60% no mês de Fevereiro, Ephemeroptera segunda ordem mais encontrada possuiu 30% dos indivíduos coletados no mês de Dezembro/2015, já nos meses seguintes houve indivíduos variando de 10% a 20% e em Plecoptera foi notado que houve diferenças em relação a porcentagem de indivíduos encontrados variando de 15% a 10%.

No riacho em recuperação em Extrema, Trichoptera variou de 65% do total amostrado no primeiro mês à 70% no mês de Fevereiro/2016, já em Ephemeroptera foi notado pouca diferença entre os meses, variando de 15% no primeiro mês à 20% no mês de Fevereiro/2016 e Plecoptera variou de 15% no primeiro mês à 10% no mês de Fevereiro/2016.

Por fim no riacho impactado em Munhoz registrou 70% de Trichoptera do total das amostras no primeiro mês, tendo aumento no número de indivíduos no segundo mês com 80% e voltando à 70% no mês de Fevereiro/2016, em Ephemeroptera não houve diferença entre os meses quanto ao número de indivíduos registrando 15% em todos os meses e Plecoptera só houve indivíduos em Fevereiro/2016, ocupando apenas 4% entre os outros táxons encontrados.

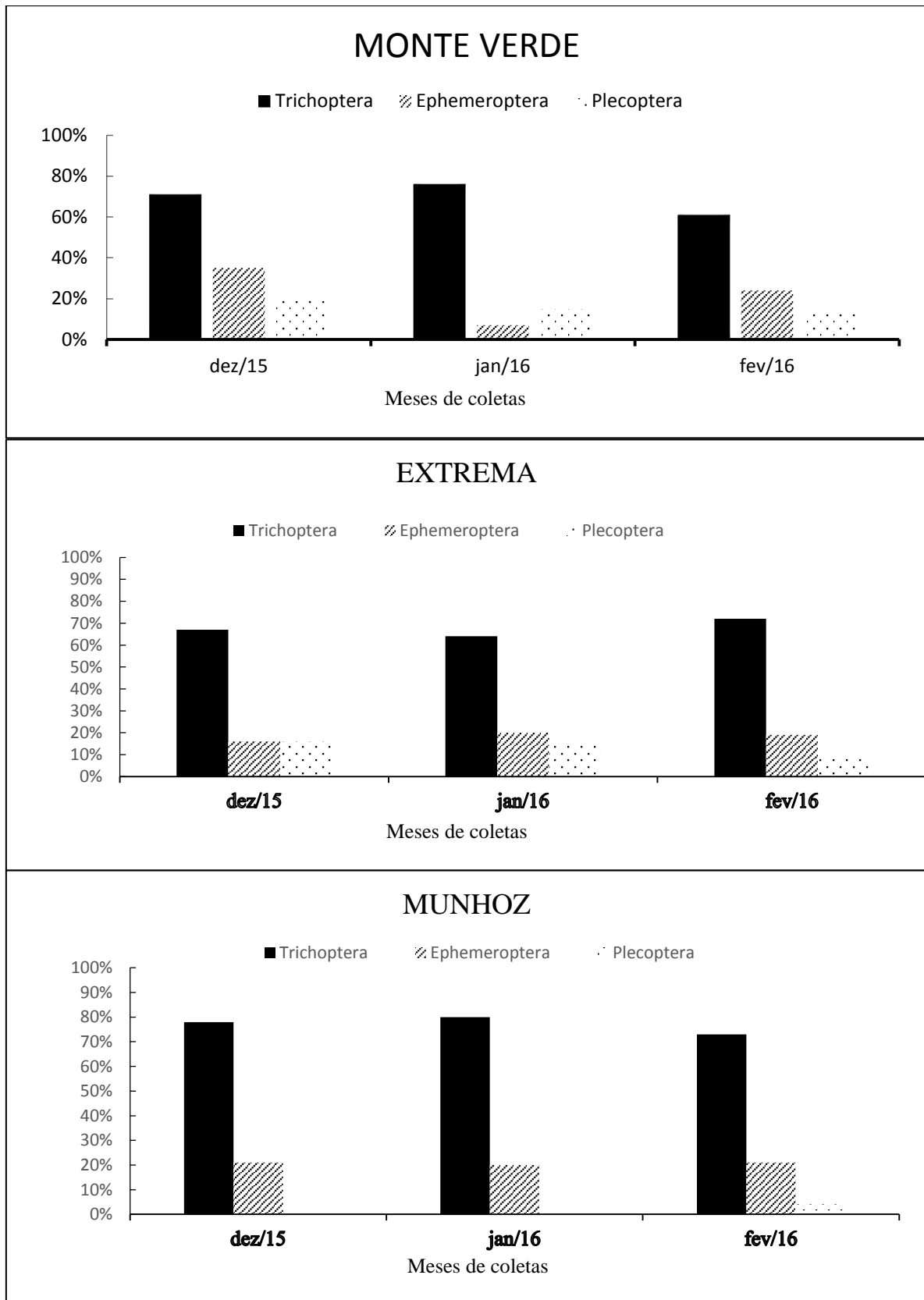


Figura 7. Porcentagem do indivíduos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera nos períodos de coleta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3.1 Índices ecológicos

Houve abundância maior de indivíduos no riacho preservado com 409 indivíduos seguido de Extrema com 240 e Munhoz com 95. Nos índices ecológicos estimados para as assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera nos três riachos estudados (Tabela 4). Em relação ao índice de diversidade de Shannon, Extrema e Monte Verde tiveram valor bastante próximo (1,84 a 1,86) enquanto que em Munhoz o valor calculado foi de 1,53. Para dominância de Simpson, os valores nos três ambientes foram muito próximos variando entre 0,71 a 0,79, mostrando uma alta dominância de alguns gêneros. O índice de riqueza ponderada de Margaleff foi maior em Extrema (1,46), sendo similar para os outros dois ambientes.

Tabela 4. Taxa de abundância e índices ecológicos estimados para as assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera entre os três riachos do estudo.

	Monte Verde	Extrema	Munhoz
Abundância	409	240	95
Shannon (H')	1,86	1,84	1,53
Simpson (D)	0,80	0,79	0,71
Margaleff (Mg)	1,33	1,46	1,31

Fonte :Elaborado pelo autor.

6.3.2 Análise de *Cluster*

Na análise de *Cluster* de Bray-Curtis (Figura 8), nota-se uma maior similaridade (0,60) entre os riachos de Monte Verde (preservado) e Extrema (em recuperação). A similaridade do riacho impactado (Munhoz) com os outros dois (nó 1) foi de 0,48.

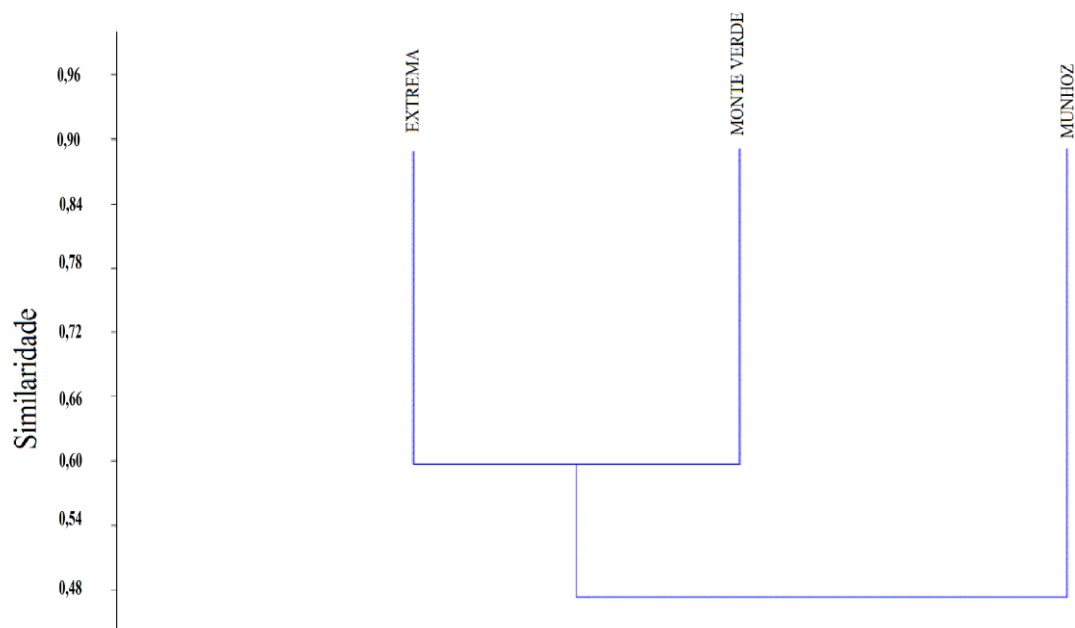


Figura 8. Dendrograma da análise de *cluster* de Bray- Curtis para similaridade entre os três riachos estudados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4 Análise de Correspondência Canônica.

A (Figura 9) exibe a ordenação da CCA para as cinco variáveis abióticas e os táxons mais expressivos conforme a metodologia nas três áreas de estudo. O eixo 1 apresentou correlação positiva com condutividade elétrica e concentração de oxigênio dissolvido e negativa com a temperatura, pH e turbidez. Já o eixo 2 apresentou correlação positiva com turbidez, concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica e negativa com temperatura e pH. No eixo 1 cerca de 73% da variabilidade dos dados foram explicados pelas variáveis ambientais. Já o eixo 2 explicou cerca de 26% em função das variáveis ambientais. O

eixo 1 segregou espacialmente com a formação de um único grupo com a concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica aproximando-se da área preservada (Monte Verde), os táxons associados ao eixo com valores mais altos foram *Notalina* e *Massartella*. Já o eixo 2 segregou espacialmente dois grupos, um com temperatura e pH se aproximando da área em recuperação (Extrema) sendo *Smicridea* e *Askola* os táxons mais próximos e um outro grupo isolando a turbidez e associando com a área impactada (Munhoz), sendo os táxons mais próximos *Phylloicus* e *Triplectides*.

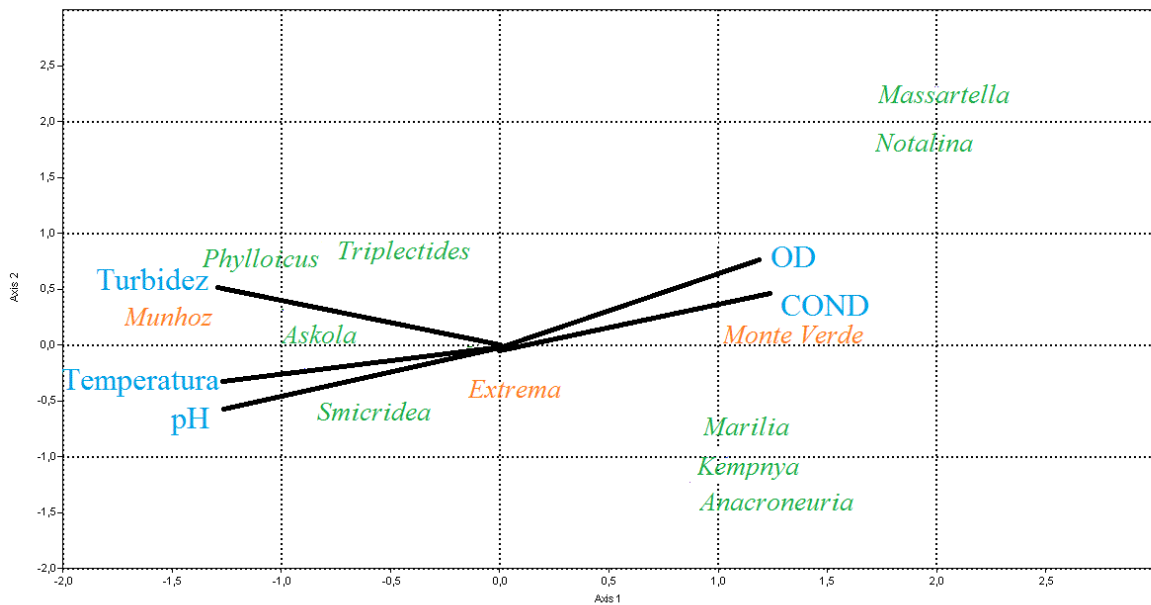


Figura 9. Análise de Correspondência Canônica baseada dos dados de abundância dos táxons entre as áreas de estudo e as variáveis físico/químicas das mesmas áreas.
Fonte: Elaborado pelo autor.

7. DISCUSSÃO

7.1 Análise das variáveis limnológicas.

Os ecossistemas lóticos são dependentes das suas variáveis ambientais para a manutenção da qualidade da água e das espécies que neles habitam.

Dentre as variáveis de importância para a avaliação da qualidade da água destacam-se o pH, a condutividade elétrica, a temperatura, o oxigênio dissolvido, o nitrato, dentre outros (GOMES et al, 2011). No presente estudo como já citado, foram mensurados os valores para as variáveis pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez.

As variáveis de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica mesuradas foram mais representativas na área preservada (Monte Verde) e conforme na Análise de Componentes Principais (ACP) em que a mesma área se agrupou fortemente com essas variáveis é possível considerar que esses resultados podem estar diretamente relacionados às boas condições do ambiente.

O oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica são fatores de extrema importância para o metabolismo da fauna bentônica, e sua concentração depende da respiração da comunidade, fluxo de água e concentração de matéria orgânica (WARD et al. 1989).

O fator pluviométrico pode explicar os dados de pH desse estudo, como cita CARVALHO; SCHILITTLER E TORNISIELO et al., (2000), com o aumento das chuvas, o pH tende a subir e aproximar-se da neutralidade, pois ocorre maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido, causado por um aumento no volume de água; isto faz com que a acidez da água diminua.

Para o pH, houve um agrupamento entre as áreas de Extrema e Munhoz com ambientes mais alcalinos, já Monte Verde foi isolada em razão à essa variável com valores mais baixos (ácidos).

O fator pluviométrico no entanto pode ter influenciado no pH das águas de Extrema e Munhoz, onde os índices de precipitação entre as datas das coletas puderam chegar a 75mm, enquanto em Monte Verde o valor foi menor com 50mm (INMET, 2016).

Vale a pena ressaltar que os valores de precipitação levou apenas em consideração as datas específicas de coletas e não os valores para os meses inteiros.

A temperatura também segregou entre as áreas, com agrupamento de Extrema e Munhoz com valores mais altos e Monte Verde novamente isolada com valores mais baixos, o que pode explicar esses resultados é a altitude, pois Monte Verde se localiza em uma região mais alta em relação aos outros e riachos, a quantidade de mata ripária e cobertura vegetal também pode explicar os valores das temperaturas, sendo que a vegetação pode impedir o impacto direto dos raios solares no ambiente.

As altas temperaturas em função do verão também podem contribuir para a explicação dos dados desse trabalho em razão do período de coletas, as altas temperaturas dos meses de dezembro e janeiro são características dos rios de regiões tropicais, onde a variação sazonal é pouco acentuada em relação à variação diária (ESTEVES, 1998).

Por fim a turbidez apresentou variações nos resultados, conforme a Análise de Componentes Principais (ACP), houve um isolamento de Munhoz com essa variável, registrando representatividade, porém somente em dois meses de coletas essa variável foi alta, sendo que no mês de Janeiro/2016 o valor em NTU quase foi zero, em Monte Verde e Extrema os valores foram mais baixos indicando melhor preservação do ambiente, os valores não passaram de 60 NTU.

Essa variável pode ter também sofrido alterações em seus valores em razão da chuva, em contrapartida as influências das atividades agropecuárias no entorno como quantidade de matéria orgânica e fertilizantes químicos escoados para a água oriunda dos dejetos bovinos e das plantações de café, assoreamento das encostas causados pelos mesmos bovinos através do pisoteamento, represamentos artificiais para abastecimento do gado, entre outros, são sugestivas, podendo considerá-las como importantes contribuintes para o aumento da turbidez.

A turbidez da água, ao contrário da transparência, reflete de maneira indireta o teor de material orgânico e inorgânico que está em suspensão na água, de forma particulada, portanto é medida inversa da transparência (WETZEL, 2001).

Em áreas que apresentam elevada turbidez, as partículas podem acomodar uma grande quantidade de poluentes e até microrganismos patogênicos (DE OLIVEIRA & GOULART, et al., 2008) e contribuir ainda mais no comprometimento de riachos tropicais.

Além das variáveis físico/químicas, como já citada, foi realizada a granulometria, que apesar de não ter sido estatisticamente corroborada, trouxe resultados que indicam de maneira suficiente a associação do uso do solo com os impactos previstos.

Trabalhos com foco na influência do sedimento sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos consideram a composição granulométrica como um dos

principais fatores responsáveis pela estrutura e distribuição dessa comunidade em ecossistemas aquáticos continentais (WARD, 1989; CALLISTO & ESTEVES, 1996).

Nesse estudo Monte Verde (área preservada) e Extrema (área em recuperação) tiveram valores bem próximos em relação à composição granulométrica, com quantidades de areia e silte bem semelhantes evidenciando melhor qualidade do ambiente, prevalecendo maiores concentrações de areia.

Já Munhoz por ter apresentado menores valores de areia em relação às outras áreas e valores pouco maiores de silte e argila pode ser associado com o uso do solo na propriedade em que o riacho se encontra, esses valores podem também explicar os valores mais altos da turbidez citada anteriormente.

A análise multivariada de Componentes Principais foi eficiente em seus resultados e conseguir segregou os diferentes lugares de estudo de forma precisa, corroborando RODRIGUES et al., 2007 que menciona que as análises multivariadas são mais eficientes em dados com pouca dimensionalidade.

7.2 Análise da composição de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

7.2.1 Correlação das variáveis ambientais com os táxons de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Nesse projeto, foi possível correlacionar os dados bióticos e ambientais através da Análise de Correspondência Canônica (ACC).

As variáveis oxigênio dissolvido e condutividade elétrica na área preservada (Monte Verde) se correlacionaram fortemente, muito em função de suas características mais preservadas como vegetação ripária mais abundante, largura de riacho pouco maior que nos outros córregos, amplas corredeiras, fluxo contínuo d'água, entre outros, influenciando nos táxons *Notalina*, *Massartella*, *Marilia*, *Anacroneuria*, *Kempnyia* que demonstraram preferência às variáveis citadas.

O oxigênio dissolvido e a baixa condutividade elétrica não são apenas essenciais aos organismos aeróbios, mas também são os principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (CARDOSO-SILVA et al., 2014).

Entre a ordem Ephemeroptera apenas um táxon foi relacionado às variáveis mencionadas, a preferência de *Massartella* por tais variáveis não corroborou o estudo de (FERREIRA, 1990) que associou o gênero à variável de temperaturas altas e não a concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

É possível notar que os táxons da ordem Plecoptera foram muito restritos às variáveis citadas, não tolerando características pouco alteradas, corroborando MARTINS et al., 2007, que em estudo comparativo entre riachos impactados e não impactados, a ordem foi significativamente mais abundante em áreas com maior oxigenação e menor solubilidade elétrica na água.

Já à presença de *Notalina* e *Marilia* de Trichoptera associadas às duas variáveis acima citadas corroborou NOGUEIRA et al, 2011, que notou a preferência desses táxons por áreas mais preservadas e oxigenadas, apresentando muita sensibilidade à modificações nas estruturas dos ecossistemas aquáticos.

No riacho em recuperação (Extrema) as variáveis mais predominantes na ACC, foram a temperatura e o pH, sendo apenas dois táxons mais próximos, são eles *Smicridea* e *Askola*.

A presença de *Smicridea* em Extrema corrobora a literatura que cita que o táxon é frequentemente encontrado em riachos impactados ou minimamente impactados e com temperaturas mais altas, conforme CUMMINS et al., 2005.

Já o gênero *Askola* também quando citado em trabalhos como o de CUMMINS, et al, 2005; SHIMANO et al, 2012 é frequentemente encontrado em ambientes com águas mais quentes e pH mais alcalinos, porém nos valores brutos das coletas *Askola*, foi encontrado em considerável abundância tanto em Monte Verde, com águas mais ácidas e frias quanto em Extrema com valores opostos já citados.

A temperatura mais alta também pode estar relacionada às taxas mais baixas de oxigênio dissolvidos nesse riacho, desfavorecendo táxons como os associados com a área de Monte Verde.

Segundo FRITZSONS et al., (2003), o pH é uma das variáveis mais importantes, porém uma das mais difíceis de interpretar, pois são inúmeros os fatores que influenciam o seu valor, como sólidos e gases dissolvidos, dureza e alcalinidade, temperatura e fatores bióticos.

Por fim na área impactada (Munhoz) houve associação mais representativa com a variável turbidez, onde *Triplectides* e *Phylloicus* foram os táxons que mais se associaram ao local.

Phylloicus (CALAMOCERATIDAE) foi ocorrente nos três riachos com taxas semelhantes de indivíduos e *Triplectides* também esteve presente nos outros riachos do estudo, porém em Monte Verde a ocorrência desse táxon foi de quatro vezes maior de que em Munhoz.

O táxon *Triplectides* (predador) é muito encontrado segunda a literatura em riachos mais frios e oxigenados. Portanto os táxons associados a Munhoz não podem ser explicados pela variável turbidez e sim podendo ser correlacionado à presença de detritos foliares em decorrência da vegetação presente no entorno e cobertura vegetal, em função de serem fragmentadores como aparecem em estudos de (WANTZEN & WAGNER, 2006).

7.2.2 Composição das assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Em relação as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, verificou-se maior número de táxons e abundância de indivíduos na ordem Trichoptera nos três ambientes estudados (FIGURA7).

BUSS et al., (2002) verificaram que riachos preservados apresentaram maior riqueza de Trichoptera e a maior abundância foi registrada em pontos medianamente perturbados.

O gênero *Triplectides* (LEPTOCERIDAE) foi o mais abundante na totalidade das amostras, sua presença foi notada com grande representatividade na área preservada (Monte Verde). A ocorrência restrita deste gênero em áreas preservadas pode estar relacionada ao seu hábito alimentar e ao seu modo de vida. As espécies deste gênero constroem casulos portáteis com restos vegetais, e alimentam-se de folhas e galhos provenientes da vegetação ripária (CUMMINS et al., 2005).

A família LEPTOCERIDAE pode ser encontrada em uma grande variedade de habitats, incluindo grandes e pequenos rios, cachoeiras, até mesmo em situações semi-terrestres (FLINT et al.,1999).

Em LEPTOCERIDAE, além de *Triplectides*, foi encontrado o gênero *Notalina* na área preservada e na área impactada.

BAPTISTA et al., (2001), observou que *Notalina* está relacionado com a parte superior de rios, caracterizado pela entrada substancial de serrapilheira da floresta. No estudo de BAPTISTA et al., (1998), *Notalina* esteve sempre associado a depósitos de folhiço, podendo corresponder às características dos riachos de Monte Verde e Munhoz, onde o táxon foi presente e que possui vegetação ripária durante todo o seu percurso.

Os demais táxons mais representativos foram *Marilia* (ODONTOCERIDAE) e *Smicridea* (HYDROPSYCHIDAE).

A maior abundância de LEPOCERIDAE, ODONTOCERIDAE e HYDRPSYCHIDAE nas áreas de estudo, corroboram com o padrão verificado em diferentes pesquisas no Brasil (BISPO et al., 2006).

O táxon *Marilia* (ODONTOCERIDAE) foi encontrado com maior abundância nos riachos preservado e em recuperação, demonstrando preferência por águas em melhor estado de conservação corroborando com o estudo de COUCEIRO, (2007) em que o táxon se mostrou indicador de córregos não impactados.

Em (HYDROPSYCHIDAE) *Smicridea* foi encontrado nos três riachos. Os HYDROPSYCHIDAE são extremamente importantes na ecologia de sistemas lóticos pela sua onipresença, abundância e grande biomassa (WIGGINS, 1996).

O táxon foi encontrado em maior abundância na área em recuperação e isso pode corroborar com o estudo de CUMMINS et al., (2005) que menciona à preferência do *Smicridea* por ambientes rurais pelo motivo da maior disponibilidade de material fino particulado em suspensão no fluxo de água, permitindo seu forrageio mais facilmente.

O táxon *Phylloicus* (CALAMOCERATIDAE) não foi um gênero com muito indivíduos encontrados, porém a representatividade do mesmo foi próxima entre os três riachos corroborando CRISCI-BISPO et al., (2007) que analisando riachos de São Paulo, verificaram que *Phylloicus* ocorrem preferencialmente em locais de alta heterogeneidade ambiental. Apesar dos riachos dessa pesquisa serem diferentes em relação aos impactos causados pelo uso do solo, há heterogeneidade nas suas composições possibilitando uma gama de fatores favorecedores entre esse táxon.

O Gênero *Chimarra* foi encontrado em Monte Verde e Extrema, porém sem abundância.

Segundo BLAHNIK E HOLZENTHAL, (1992) *Chimarra* pode ser encontrada em uma variedade de habitats, e conforme WIGGINS, (1996) o gênero é presente preferencialmente em depósito de folhas acumuladas características que podem ser observadas nos dois ambientes citados.

Atopsyche, *Macrosternum* e *Blepharopus* também só ocorreram em Monte Verde e Extrema e podem estar associados a melhor qualidade da água e maior integridade física do habitat. *Blepharopus* segundo a literatura é raro para a região.

A segunda ordem mais encontrada nas amostras entre os riachos foi Ephemeroptera. BAUERNFEIND & MOOG, (2000) e CHAKONA et al., (2008) relataram que a distribuição e

abundância da comunidade de efemerópteros é fortemente dependente da composição do habitat, estrutura de micro e mesohabitats.

A família LEPTOPHLEBIIDAE foi predominante entre as demais encontradas. A família citada está entre os elementos dominantes dos pequenos rios neotropicais, com mais de cinquenta gêneros descritos. (SAVAGE 1987, DOMÍNGUEZ et al. 2006),

Askola (LEPOPHLEBIIDAE) foi o gênero que mais predominou entre os indivíduos de Ephemeroptera, porém só houve representatividade nas áreas preservada e em recuperação, demonstrando preferência por áreas menos impactadas, o valor de *Askola* no riacho impactado em Munhoz não foi representativo.

Massartella (LEPOPHLEBIIDAE) também foi encontrado nos três riachos, porém com representatividade em Monte Verde. Conforme os resultados esse gênero por ter maior representatividade na área preservada, pode ser associado à presença de maior número de corredeiras e maior cobertura vegetal. *Farrodes* e *Miroculis* também demonstraram preferência pelas águas menos impactadas.

O táxon *Americabaetis* (BAETIDAE) foi encontrado nos três riachos corroborando SIEGLOCH et al., (2008), que cita que o gênero têm uma ampla distribuição, ocorrendo em vários tipos de habitats, incluindo locais com algum grau de impacto. Os gêneros das outras famílias de Ephemeroptera amostrados não foram representativos.

A ordem menos abundante foi Plecoptera, sendo mais predominantes no riacho preservado em Monte Verde.

Os gêneros *Anacroneuria* e *Kempnyia* foram encontrados nos 3 riachos, porém com abundância e riqueza maior em Monte Verde e Extrema.

Os gêneros da família PERLIDAE *Anacroneuria* e *Kempnyia* demonstraram preferência por áreas florestadas em bom estado de preservação, sendo a ocorrência deste gênero fortemente relacionada a córregos de primeira à quarta ordem (BAPTISTA et al., 1998).

Já os membros da família GRIPOPTERYGIDAE só foram mais encontrados nos riachos preservado e em recuperação. A família GRIPOPTERYGIDAE em Monte Verde, também pode estar associada à disposição de mesohabitats do riachos que oferece trechos de correntes d'água com maior velocidade corroborando ROQUE E TRIVINO-STRIXINO, (2005).

Isso reforça que a heterogeneidade do substrato, a maior velocidade da água e a maior oxigenação característica dos trechos de rápido têm um importante papel na manutenção da biodiversidade destas áreas.

Quanto aos índices ecológicos mensurados para esse trabalho, no riacho Monte Verde ficou acima dos índices em relação às outras áreas em 90%, porém Extrema demonstrou maior

índice em relação à riqueza de Margaleff (Mg), porém os valores resultantes da diversidade de Shannon (H') e dominância de Simpson (D) foram muito próximos entre os três riachos, sendo assim considerado ineficientes para amostragens pequenas, como desse estudo, porém os números gerados na análise podem ser indicativos de que não houve espécies raras e nem dominância entre os táxons.

A análise de *Cluster* de similaridade Bray-Curtis se mostrou eficiente e agrupou Monte Verde e Extrema com índice acima do valor médio da escala de similaridade, indicando similaridade em relação ao número de táxons encontrados, já Munhoz ficou abaixo do valor médio corroborando que a área se distanciou das demais com o valor de 0,48.

8. CONCLUSÃO

- As variáveis ambientais são significativamente importantes para os ecossistemas aquáticos e servem de parâmetro para novos estudos.
- O protocolo de avaliação ambiental rápida proposto por CALLISTO et al., (2002) é uma ferramenta que diferenciou com eficácia os riachos, porém a pontuação entre os três não foram muito altas e nem muito baixas.
- As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram influenciadas pelos diferentes impactos causados pelo uso do solo.
- A diversidade encontrada pode contribuir para o aumento dos registros taxonômicos de EPT para a literatura correspondente a riachos tropicais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J. DAVID. **"Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems."** *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35 (2004): 257-284.

AMARAL, PEDRO HENRIQUE MONTEIRO DO, ET AL. **"Influence of habitat and land use on the assemblages of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera in Neotropical streams."** *Journal of Insect Science* 15.1 (2015): 60.

BAPTISTA, D. F., ET AL. **"O conceito de continuidade de rios é válido para rios de mata atlântica no sudeste do Brasil?."** *Oecologia Brasiliensis* 5.1 (1998): 14p.

BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F. & NESSIMIAN, J. L. 2001. **Spatial and temporal organization of aquatic insects in the longitudinal gradient of a tropical river.** *Revista Brasileira de Biologia* 61(2):295-304p.

BARBER-JAMES, HELEN M., ET AL. **"Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater."** *Hydrobiologia* 595.1 (2008): 339-350.

BAUERNFEIND, E. & MOOG, O. 2000. **Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach.** *Hydrobiologia* 422/423: 71-83.

BEKETOV, MIKHAIL A., ET AL. **"Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates."** *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110.27 (2013): 11039-11043.

BISPO, PITÁGORAS DA CONCEIÇÃO, ET AL. **"Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures."** *Brazilian Journal of Biology* 66.2B (2006): 611-622

BISPO, PITÁGORAS C., AND CLAUDIO G. FROEHLICH. **"Perlidae (Plecoptera) from Intervales State Park, São Paulo State, Southeastern Brazil, with Descriptions of New Species."** *Aquatic Insects* 26.2 (2004): 97-113.

BLAHNIK, ROGER J., AND RALPH W. HOLZENTHAL. **"Revision of the Neotropical genus *Chimarrhodella* Lestage (Trichoptera: Philopotamidae)."** *Systematic entomology* 17.2 (1992): 109-132.

BOJSEN, B. H., AND R. BARRIGA. **"Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams."** *Freshwater Biology* 47.11 (2002): 2246-2260.

BROWN, KEITH S. **"Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring."** *Journal of Insect conservation* 1.1 (1997): 25-42.

BURCHER, CHRIS L., AND E. F. BENFIELD. **"Physical and biological responses of streams to suburbanization of historically agricultural watersheds."** *Journal of the North American Benthological Society* 25.2 (2006): 356-369.

BUSS, DANIEL FORSIN, AND FREDERICO FALCÃO SALLES. **"Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin."** *Environmental Monitoring and Assessment* 130.1 (2007): 365-372

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. **Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil.** *Hydrobiologia* 481:125-136

CABETTE, H. S. R., ET AL. **"Distribuição de Nepomorpha e Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) da Bacia Hidrográfica do Rio Suiá-Miçu, MT: riqueza relacionada à qualidade da água e do hábitat."** SANTOS, JE; GALBIATI, C. & MOSCHINI, LE orgs. *Gestão e educação ambiental: água, biodiversidade e cultura. São Carlos, RiMa 2* (2010): 113-137

CALLISTO, MARCOS, JOSÉ FRANCISCO GONÇALVES JR, AND PABLO MORENO. **"Invertebrados aquáticos como bioindicadores."** Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais 1 (2005): 1-12.

CALLISTO, MARCO, et al. **"Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)."** Acta Limnologica Brasiliensia 14.1 (2002): 91-98.

CALLISTO, M., AND F. A. ESTEVES. **"Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil)."** Acta Limnologica Brasiliensia 8 (1996): 115-126.

CALOR, A. R. **"Trichoptera." Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Froehlich, CG (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline> [18 de junho de 2008] (2007).

CALOR, ADOLFO R. **"Phylogenetic analysis of Notalina (Neonotalina) Holzenthal (Trichoptera: Leptoceridae), with the description of two new species from southeastern Brazil."** Zootaxa 1131.1 (2006): 33-48.

CARDOSO-SILVA, SHEILA. **"Compartimentalização e qualidade da água: o caso da Represa Billings."** Títulos não-correntes 28.1 (2014).

CARVALHO, ADRIANA ROSA, FLÁVIO HENRIQUE MINGANTE SCHLITTLER, AND VALDEMAR LUIZ TORNISIELO. **"Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água."** Química Nova (2000): 618-622.

CENEVIVA-BASTOS, MÔNICA, ET AL. **"Trophic guilds of EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera) in three basins of the Brazilian Savanna."** Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters 63 (2017): 11-17

CHAKONA, ALBERT, et al. **"The influence of habitat structure and flow permanence on macroinvertebrate assemblages in temporary rivers in northwestern Zimbabwe."** *Hydrobiologia* 607.1 (2008): 199-209.

COMITÊS DAS BACIAS, 2010.

COUCEIRO, SHEYLA RM, et al. **"Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil."** *Hydrobiologia* 575.1 (2007): 271-284.

CRISCI-BISPO, VERA L., PITÁGORAS C. BISPO, AND CLAUDIO G. FROEHLICH. **"Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic rainforest streams, Southeastern Brazil."** *Revista Brasileira de Zoologia* 24.2 (2007): 312-318.

CUMMINS, K.W. & KLUG, M.J. 1979. **Feeding ecology of stream invertebrates.** *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 10: 147-172.

CUMMINS, KENNETH W., RICHARD W. MERRITT, AND PRISCILA CN ANDRADE. **"The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil."** *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40.1 (2005): 69-89.

DA ROCHA, F. C., L. CASATTI, AND D. C. PEREIRA. **"Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences."** *Acta Limnologica Brasiliensia* (2009): 123-134.

DE LIMA, MARCELO G., AND CLAUDE GASCON. **"The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia."** *Biological Conservation* 91.2 (1999): 241-247.

DE OLIVEIRA, EDSON FONTES, AND ERIVELTO GOULART. **"Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores."** *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 22 (2008): 445-453.

DOMÍNGUEZ, E.; C. MOLINERI, M. PESCADOR, M.D. HUBBARD, & C. NIETO. **Aquatic Biodiversity in Latin America, Vol. 1: Ephemeroptera of South America**. Pensoft. 2006.

DOMÍNGUEZ, EDUARDO, AND HUGO RAFAEL FERNÁNDEZ. **Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: sistemática y biología**. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, 2009.

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.

ESPÍNDOLA, ELG, AND J. BRIGANTE. **"Projeto Mogi-Guaçu: desenvolvendo ações socioambientais."** São Carlos/SP: Editora RiMa (2009).

ESTEVES, FRANCISCO DE ASSIS. **"Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo."** Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ) (1998): 63-87.

FARIA, ML, and GW ALMEIDA. **"Monitoramento da fauna de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Ipanema-Ipatinga, MG: uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d'água II."** Iniciação Científica no Unileste–MG 1 (2007): 82-92.

FERREIRA, M. J. N. **"Estudo da fauna de Ephemeroptera do Córrego do Pedregulho-Pedregulho/SP."** Ribeirão Preto, USP, 51p (Dissertação) (1990).

FIDELIS, LUANA, JORGE LUIZ NESSIMIAN, AND NEUSA HAMADA. **"Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central."** Acta Amazonica 38.1 (2008): 127-134.

FLINT JR., O. S.; R.W. HOLZENTHAL & S. C. HARRIS. 1999. **Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera)**. Columbus, Ohio Biological Survey, iv+239p.

FONSECA, ALESSANDRA, et al. "**Variação espacial e sazonal da produção primária microfotobêntica em uma planície entremarés subtropical, Baía de Paranaguá, Paraná-Brasil.** doi: 10.5007/2178-4574.2008 v37p19." *INSULA Revista de Botânica* 37 (2010): 19.

FRANCISCHETTI, CESAR N., ET AL. "**A Efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição.**" *Lundiana* 5.1 (2004): 33-39.

FRISSELL, CHRISTOPHER A., et al. "**A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context.**" *Environmental management* 10.2 (1986): 199-214.

FRITZSONS, ELENICE, et al. "**Conseqüências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial.**" *FLORESTA* 33.2 (2003).

FROEHLICH, CLAUDIO G. "**Seven new species of *Tupiperla* (Plecoptera: Gripopterygidae) from Brazil, with a revision of the genus.**" *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 33.1 (1998): 19-36.

FROEHLICH, CLAUDIO G. "**Brazilian Plecoptera 8. On *Paragripopteryx* (Gripopterygidae).**" *Aquatic Insects* 16.4 (1994): 227-239.

FROEHLICH, CLAUDIO G. "**Brazilian Plecoptera 7. Old and new species of *Gripopteryx* (Gripopterygidae).**" *Aquatic Insects* 15.1 (1993): 21-38.

FROEHLICH, CLAUDIO G. "**Brazilian Plecoptera 6. *Gripopteryx* from Campos do Jordão, State of São Paulo (Gripopterygidae).**" *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 25.4 (1990): 235-247.

FROEHLICH, C. G. "**Brazilian Plecoptera 4. Nymphs of perlid genera from south-eastern Brazil.**" *Annales de Limnologie*. Vol. 20. No. 1-2. EDP Sciences, 1984.

FROEHLICH, CLAUDIO G. **"Studies on Brazilian Plecoptera 1. Some Gripopterygidae from the biological station at Paranapiacaba, state of Sao Paulo: Mit 35 abbildungen."** Studies on Neotropical Fauna and Environment 6.1 (1969): 17-39.

FROEHLICH, CLAUDIO G., AND LEANDRO G. OLIVEIRA. **"Ephemeroptera and Plecoptera nymphs from riffles in low-order streams in southeastern Brazil."** Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics 1 (1997): 180-185.

GILLER, PAUL S., AND BJORN MALMQVIST. **The biology of streams and rivers.** Oxford University Press, 1998.

GOMES, DPP, et al. **"Avaliação de indicadores físico-químicos em uma seção transversal do rio Catolé em diferentes épocas."** Enciclopédia Biosfera 7 (2011): 1093-1098.

GOMIERO, L. M., SOUZA, U. P., & BRAGA, F. M. D. S. **Reprodução e alimentação de Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP.** Biota Neotropica, (2007). 127-133.

GOULART, M. D., AND MARCOS CALLISTO. **"Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental."** Revista da FAPAM 2.1 (2003): 153-164.

HAMADA, N., J. L. NESSIMIAN, AND R. B. QUERINO. **"Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia."** Manaus: Editora do INPA (2014): 724.

HAMMER, OYVIND, D. A. T. HARPER, AND P. D. RYAN. **"PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89."** Palaeontologia electronica 4.9 (2001).

HANNAFORD, MORGAN J., MICHAEL T. BARBOUR, AND VINCENT H. RESH. **"Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat."** Journal of the North American Benthological Society 16.4 (1997): 853-860

HYNES, H. B. N. "**Biology of Plecoptera.**" Annual review of entomology 21.1 (1976): 135-153.

ILLIES, JOACHIM. **Katalog der rezenten Plecoptera.** Vol. 82. Walter de Gruyter, 1966.

ILLIES, JOACHIM. **Revision Der Südamerikanischen Gripopterygidae (Plecoptera).** 1963.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016.

KIFFNEY, PETER M., JOHN S. RICHARDSON, AND JENNIFER P. BULL. "**Establishing light as a causal mechanism structuring stream communities in response to experimental manipulation of riparian buffer width.**" Journal of the North American Benthological Society 23.3 (2004): 542-555.

KIKUCHI, R. M., ET AL. "**Ecologia de insetos aquáticos.**" Ecologia de insetos aquáticos 5 (1998).

KOBAYASHI, YUHKO, et al. "**Differential activation of the rice sucrose nonfermenting1-related protein kinase2 family by hyperosmotic stress and abscisic acid.**" *The Plant Cell* 16.5 (2004): 1163-1177.

LECCI, L. S., AND C. G. FROEHLICH. "**Plecoptera.**" **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Froehlich, CG (org.). em: [http://sites. ffclrp. usp. br/aguadoce/guiaonline](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline) (último acesso em 30/03/2012) (2007).

LORION, CHRISTOPHER M., AND BRIAN P. KENNEDY. "**Relationships between deforestation, riparian forest buffers and benthic macroinvertebrates in neotropical headwater streams.**" Freshwater biology 54.1 (2009): 165-180.

MARIANO, R., AND C. G. FROEHLICH. "**Ephemeroptera.**" **Guia on-line: identificação de larvas de insetos aquáticos do estado de São Paulo.** Available from:< <http://sites. ffclrp. usp. br/aguadoce/index>>.[Links] (2007).

MARTINS, FABÍOLA CHRYSYTIAN OLIVEIRA, AND V. O. FERNANDES. **"Estrutura da comunidade de algas perifíticas em substrato natural da lagoa da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil."** *Neotropical Biology and Conservation* 2.1 (2007): 11-20.

MARTINS, SERGIO ROBERTO. **"Agricultura, ambiente e sustentabilidade: seus limites para a América latina."** *UFP* (2001).

MENEZES, FÁBIO DE SOUSA, et al. "Hypoglycemic activity of two Brazilian Bauhinia species: *Bauhinia forficata* L. and *Bauhinia monandra* Kurz." *Revista Brasileira de Farmacognosia* 17.1 (2007): 8-13.

MERTEN, GUSTAVO H.; MINELLA, JEAN P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.**

MINATTI-FERREIRA, DENISE DEMARCHE, AND ANTONIO CARLOS BEAUMORD. **"Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos."** *Revista Saúde e Ambiente* 7.1 (2006): 39-47.

MIRANDA, ANDERSON LUIZ SILVA, et al. **"Inventory of the Echinodermata collection from the Universidade Federal de Alagoas."** *Biota Neotropica* 12.2 (2012): 135-146.

MUGNAI, RICCARDO, JORGE LUIZ NESSIMIAN, AND DARCILIO FERNANDES BAPTISTA. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos.** Technical Books Editora, 2010.

NAIMAN AND, ROBERT J., AND HENRI DECAMPS. **"The ecology of interfaces: riparian zones."** *Annual review of Ecology and Systematics* 28.1 (1997): 621-658.

NEBOISS, A. **"Trichoptera (Caddis-flies, caddises)."** *The insects of Australia* 2 (1991): 787-816

NOGUEIRA, DENIS, AND HELENA SOARES RAMOS CABETTE. **"Novos registros e notas sobre distribuição geográfica de Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) do Estado de Mato Grosso, Brasil."** *Biota Neotropica* 11.2 (2011).

NORRIS, RICHARD H., AND CHARLES P. Hawkins. **"Monitoring river health."** *Hydrobiologia* 435.1 (2000): 5-17.

OLIVEIRA, ANA LUCIA HENRIQUES DE, AND JORGE LUIZ NESSIMIAN. **"Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil."** *Acta Limnologica Brasiliensia* 22.4 (2010): 424-441.

OURSO, R. T., AND S. A. FRENZEL. **"Identification of linear and threshold responses in streams along a gradient of urbanization in Anchorage, Alaska."** *Hydrobiologia* 501.1 (2003): 117-131.

OYAKAWA, OSVALDO TAKESHI, et al. **Peixes de riachos da Mata Atlântica: nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo.** Neotropica, 2006.

PAPROCKI, HENRIQUE, AND DIOGO FRANÇA. **"Brazilian Trichoptera Checklist II."** *Biodiversity data journal* 2 (2014): e1557.

PRICE, PETER W. SLOBODCHIKOFF, C. N. GAUD, AND S. WILLIAM. **A new ecologynovel approaches to interactive systems.** No. 574.5 A5. (1984).

RODRIGUES DE LIMA, CLÁUDIA LIANE et al. **Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico.** *Ciência Rural*, v. 37, n. 4, 2007.

ROQUE, F.O., SIQUEIRA, T. & TRIVINHO-STRIXINO, S.T. **Occurrence of chironomid larvae living inside fallen-fruits in Atlantic Forest streams Brazil.** *Entomol. Vectores* (2005): 12(2) 275-282.

ROSENBERG, DAVID M., AND VINCENT RESH. **"Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates."** *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, 1993.

SAVAGE, A. A., AND GLYNIS M. GAZEY. **"Relationships of physical and chemical conditions to species diversity and density of gastropods in English lakes."** *Biological conservation* 42.2 (1987): 95-113.

SIEGLOCH, ANA EMILIA, CLAUDIO GILBERTO FROEHLICH, AND CARLA B. KOTZIAN. **"Composition and diversity of Ephemeroptera (Insecta) nymph communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, southern Brazil."** *Iheringia. Série Zoologia* 98.4 (2008): 425-432.

SILVA, ALRIBERTO GEMANO, AND L. D. SOUZA. **"Efeitos antrópicos e sazonais na qualidade da água do rio do Carmo"** *HOLOS* 29.5 (2013): 122

SHIMANO, YULIE, et al. **"Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil."** *Iheringia, Série Zoologia* 102.2 (2012): 187-196.

STARK, BILL P. **"A synopsis of neotropical Perlidae (Plecoptera)."** *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic Plenum Publisher, New York (2001): 405-422.

STRAHLER, ARTHUR N. **"Quantitative analysis of watershed geomorphology."** *Eos, Transactions American Geophysical Union* 38.6 (1957): 913-920.

SURIANO, MARCIA THAIS. **"Macroinvertebrados em córregos de baixa ordem sob diferentes usos do solo no estado de São Paulo: subsídios para o biomonitoramento."** Tese de Doutorado da Universidade Federal de São Carlos. (2008).

SWEENEY, BERNARD W., ET AL. **"Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services."** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101.39 (2004): 14132-14137

TERESA, FABRICIO BARRETO, AND LILIAN CASATTI. "**Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho.**" Pan-American Journal of Aquatic Sciences (2010): 444-453.

TOWNSEND, COLIN R., MIKE R. SCARSBROOK, AND SYLVAIN DOLÉDEC. "**The intermediate disturbance hypothesis, refugia, and biodiversity in streams.**" Limnology and oceanography 42.5 (1997): 938-949.

TUNDISI, JOSÉ GALIZIA. "**Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado.**" Ciência e Cultura 55.4 (2003): 31-33.

TUPINAMBÁS, TAYNAN H., MARCOS CALLISTO, AND GILMAR B. SANTOS. "**Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, south-eastern Brazil.**" Revista Brasileira de Zoologia 24.4 (2007): 887-897.

WANG, JUAN, LYNN M. FROSTMAN, AND MICHAEL D. WARD. "**Self-assembled thiol monolayers with carboxylic acid functionality: measuring pH-dependent phase transitions with the quartz crystal microbalance.**" Journal of Physical Chemistry 96.13 (1992): 5224-5228.

WANTZEN, KARL M., AND RÜDIGER WAGNER. "**Detritus processing by invertebrate shredders: a neotropical-temperate comparison.**" Journal of the North American Benthological Society 25.1 (2006): 216-232.

WARD, C., ET AL. "**The origin of water and urea sampled at bronchoalveolar lavage in asthmatic and control subjects.**" American Review of Respiratory Disease 146.2 (1992): 444-447.

WARD, J. V. "**The four-dimensional nature of lotic ecosystems.**" Journal of the North American Benthological Society 8.1 (1989): 2-8.

WETZEL, ROBERT G. **Limnology: lake and river ecosystems.** Gulf Professional Publishing, 2001

WETZEL, ROBERT G. "**Attached algal-substrata interactions: fact or myth, and when and how.**" *Periphyton of freshwater ecosystems* (1983): 207-215.

WIGGINS, GLENN B. "**Trichoptera families.**" *An introduction to the aquatic insects of North America* (1996): 309-349.

ZWICK, PETER. "**Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera.**" *Annual review of entomology* 45.1 (2000): 709-746.

ZWICK, PETER. "**Eutactophlebia a synonym of Kempnyia (Plecoptera: Perlidae).**" *Aquatic insects* 5.3 (1983): 177-180.

ZWICK, PETER. "**Insecta: Plecoptera. Phylogenetisches system und katalog.**" *Das Tierreich. Eine Zusammenfassung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen.* Walter de Gruyter, 1973. 1-465.