

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO
DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Marina Oliveira Ávila de Ávila

**ESTUDO DE MACROINVERTEBRADOS EM UM LAGO LOCALIZADO EM
PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS**

Juiz de Fora
2026

Marina Oliveira Ávila de Ávila

**ESTUDO DE MACROINVERTEBRADOS EM UM LAGO LOCALIZADO EM
PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentada ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Juiz de Fora como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas

Orientador: Dr. Roberto da Gama Alves

Coorientadora: Luiza Pedrosa Guimarães

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira Ávila de Ávila, Marina .
Estudo de Macroinvertebrados em um Lago Localizado em propriedade Rural no Município de Juiz de Fora, Minas Gerais / Marina Oliveira Ávila de Ávila. – 2026.
32 f.

Orientador: Roberto da Gama Alves
Coorientadora: Luiza Pedrosa Guimarães
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, 2026.

1. Insetos Aquáticos. 2. Limnologia. 3. Ecossistemas Aquáticos. I. da Gama Alves, Roberto, orient. II. Pedrosa Guimarães, Luiza, coorient. III. Título.

Marina Oliveira Ávila de Ávila

ESTUDO DE MACROINVERTEBRADOS EM UM LAGO LOCALIZADO EM
PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS

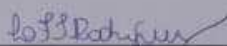
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Juiz de Fora como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas

Aprovada em 12 de janeiro de 2026

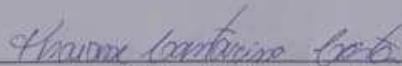
BANCA EXAMINADORA



Dr. Roberto da Gama Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora



Dra. Luciana Falci Theza Rodrigues



Ma. Thaianne Cantarino Costa
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho aos universitários que
conheceram seus medos,beberam com
eles, e ainda assim não se deixaram perder.

AGRADECIMENTOS

Lembro bem de um ou dois anos atrás estar bem perdida quanto a tudo. Cada decisão parecia errada ou no mínimo incerta. No meio disso tudo, não mudaram as confusões, muito menos incertezas, mudou sim, o jeito de lidar com o mundo, de ver a vida, mudou o jeito de ter calma nesse mundo.

Depois de um tempo, os tombos foram ajudando a achar um conforto no meio desse mundo. Não acho que não me encontrei por inteira, muito menos quero. Ainda erro, mas penso que se não fosse por isso, eu não seria nem metade de quem acho ser.

No entanto, no meio dessa escalada vim recolhendo alguns perdidos junto a mim, e agradeço a todos que fizeram parte dessa aventura comigo. Desde as velhas amigas, as quais nos vemos uma vez por ano (quando possível), até os companheiros que religiosamente se juntam em prol de “almossar”, muito obrigada por serem esquisitos comigo e me dar o prazer de falar tanta bobrinha. Adiciono também uma menção ao rosa, aqueles que fielmente fizeram das quintas – feiras, mágicos momentos.

E principalmente, deixo meu eterno apreço pela minha família. Acima de todos, meus irmãos Yuri e Ana, os quais, por maior ou mais besta situação, sempre estiveram ao meu lado. Além disso Brenda, obrigada por ouvir tanta coisa, de todas as minhas psicólogas, você é a melhor delas.

Continuo, em uma tentativa de se quer poder agradecer meus pais. Se passaram tantas conversas, conflitos e abraços, boa quantidade de preocupações e sermões, mas também apoios. E nunca, nunca largaram minha mão ou deixaram de me ajudar no mínimo sinal de pedido, ou sequer uma expressão facial estranha. Um dia espero poder retribuir nem que seja metade do que vocês fizeram por mim.

Em término, mas nem perto de menos importante, sou grandemente grata pela orientação do meu professor Roberto da Gama Alves, que desde a primeira conversa comprou com garra minha ideia de estudar o pequeno grande lago elemento chave desse estudo. Além disso, minha companheira de Laboratório e agora, coorientadora também deve ser citada com honras e glórias por tanta dedicação e ajuda a mim, como digo minha “mãe acadêmica” muitíssimo obrigada por tudo.

E a mim mesma: obrigada por não desistir tão cedo e continuar acreditando naquela ideia tão estranha de criança curiosa sobre o mundo.

“O universo é assimétrico e estou persuadido de que a vida, como nós a conhecemos, é resultado direto da assimetria do Universo ou de suas consequências indiretas” (GLEISER, 2014, p. 268)

RESUMO

Em propriedades privadas, principalmente em localidades rurais, é comum haver corpos hídricos em sua área. Os corpos hídricos podem ser classificados em ecossistemas lóticos, como córregos e rios, e lânticos, como lagos e lagoas. A caracterização ambiental dos ecossistemas aquáticos deve incluir não somente a mensuração de parâmetros abióticos, mas também os parâmetros bióticos. Dentre os organismos que habitam esses ecossistemas, podemos citar os invertebrados bentônicos. Nesse contexto, nosso objetivo foi realizar a caracterização ambiental de um lago localizado em uma propriedade rural no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. Amostras de sedimento foram obtidas no período seco e chuvoso com o auxílio de uma rede em D em quatro pontos no lago, sendo acondicionadas em sacos plásticos e fixadas em álcool 85%, totalizando oito amostras. Espécimes associados ao sedimento foram triados sob microscópio estereoscópio e identificados com chaves taxonômicas específicas. As variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade e pH foram aferidas usando uma sonda multiparâmetros. Nas amostras do sedimento foram obtidas frações granulométricas e a porcentagem de matéria orgânica. No total, foram encontrados 1.155 organismos, pertencentes à 28 taxa. Chironomidae (56,58%) e Ceratopogonidae (25,64%) foram as famílias mais abundantes, ambas pertencentes à ordem Diptera. No período seco, os predadores (61,87%) foram os mais abundantes, seguido por coletores (32,57%) e filtradores (2,62%). O período chuvoso apresentou maior abundância de predadores (56,30%) e coletores (29,77%), entretanto, o terceiro functional feeding groups (FFGs) com maior proporção foram detritívoros (8,02%). Com relação às variáveis abióticas, o pH de 6,7 durante o período seco oscilou para 5,8 no chuvoso, revelando um ambiente levemente ácido. De acordo com o valor mensurado para o oxigênio dissolvido, o lago foi classificado segundo a resolução CONAMA (357/2005) como um ambiente de água doce de classe 4, que pode ser destinado à harmonia paisagística. O sedimento apresentou uma porcentagem média de matéria orgânica de 8,78%, sendo menor no período chuvoso (6,9%), e a fração areia grossa foi a que apresentou maiores valores em ambos os períodos. Os resultados indicam que a proporção de FFGs foi pouco alterada, mantendo de certa forma a sua estrutura funcional, com maior porcentagem de predadores e coletores em ambos os períodos. Acreditamos que esse resultado esteja relacionado, com o fato de o lago estudado ser alimentado por uma nascente, ecossistema aquático que apresenta condição ambiental relativamente estável em comparação com outras águas superficiais.

Palavras-chave: insetos aquáticos, limnologia, ecossistemas aquáticos

ABSTRACT

On private properties, especially in rural areas, it is common to find water bodies within their boundaries. These aquatic systems can be classified as lotic ecosystems, such as streams and rivers, or lentic ecosystems, such as lakes and ponds. Environmental characterization of aquatic ecosystems must include not only the measurement of abiotic parameters but also biotic ones. Among the organisms inhabiting these ecosystems, benthic invertebrates are noteworthy. In this context, our objective was to conduct the environmental characterization of a lake located on a rural property in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil. Sediment samples were collected during both dry and rainy seasons using a D-frame net at four points within the lake, stored in plastic bags, and preserved in 85% ethanol, totaling eight samples. Specimens associated with the sediment were sorted under a stereomicroscope and identified using specific taxonomic keys. The variables temperature, dissolved oxygen, turbidity, conductivity, and pH were measured using a multiparameter probe. Sediment samples were analyzed for granulometric fractions and organic matter content. In total, 1,155 organisms belonging to 28 taxa were recorded. Chironomidae (56.58%) and Ceratopogonidae (25.64%) were the most abundant families, both belonging to the order Diptera. During the dry season, predators (61.87%) were the most abundant, followed by gatherers (32.57%) and filter feeders (2.62%). In the rainy season, predators (56.30%) and gatherers (29.77%) remained dominant; however, detritivores (8.02%) represented the third most abundant functional feeding group (FFG). Regarding abiotic variables, pH shifted from 6.7 in the dry season to 5.8 in the rainy season, indicating a slightly acidic environment. Based on the measured dissolved oxygen values, the lake was classified according to CONAMA Resolution 357/2005 as a Class 4 freshwater environment, suitable for landscape harmony. Sediment analysis revealed an average organic matter content of 8.78%, lower during the rainy season (6.9%), with coarse sand being the predominant granulometric fraction in both seasons. The results indicate that the proportion of FFGs was only slightly altered, maintaining its functional structure, with predators and gatherers being the most representative groups in both seasons. We believe this outcome is related to the fact that the studied lake is spring-fed, an aquatic ecosystem that tends to exhibit relatively stable environmental conditions compared to other surface waters.

Keywords: aquatic insects, limnology, aquatic ecosystems

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Localização do lago amostrado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.....16
- Figura 2 – Lago amostrado em zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais (A vista geral do lago. B: exemplares da família Nymphaeaceae. C: exemplares coletados da família Lentibulariaceae).....17
- Figura 3 – Resultado da análise nMDS com os dados de abundância, referentes aos pontos de amostragem em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais nos períodos seco (A1) e chuvoso (A2).....21
- Figura 4 – Proporção de grupos funcionais de alimentação (FFG) de macroinvertebrados amostrados nos períodos seco e chuvoso em um lago localizado em zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.....22
- Figura 5 – Frações granulométricas do sedimento amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.....22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Estrutura da comunidade de macroinvertebrados amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.....	20
Tabela 2	– Porcentagem das frações granulométricas do sedimento amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
2.1	ÁREA DE ESTUDO	16
2.2	AMOSTRAGEM	18
2.3	ANÁLISE DE DADOS	19
3	RESULTADOS.....	20
4	DISCUSSÃO.....	24
5	CONCLUSÃO	27
6	REFERÊNCIAS	28
7	APÊNDICE A	31

1. INTRODUÇÃO

A Limnologia é o estudo científico do conjunto das águas continentais do planeta, incluindo lagos, represas, rios, lagoas costeiras, áreas pantanosas, lagos salinos e, também, estuários (TUNDISI; TUNDISI, 2016). Os ambientes aquáticos continentais são classificados em ecossistemas lóticos, caracterizados por apresentarem um fluxo unidirecional da água, que exerce influência nas variáveis físico-químicas e nas comunidades biológicas existentes, e, ecossistemas lênticos que são ambientes de água parada, como lagoas, lagos e pântanos (Lima; Almeida; Vicente, 2021).

Ambientes lênticos, como por exemplo, lagos, presentes em propriedades rurais no Brasil, têm recebido cada vez mais atenção em estudos. Não obstante, persistem lacunas significativas no conhecimento sobre a dinâmica desses ecossistemas (Ziliotto; Romero, 2025). Lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com os mares e/ou oceanos (Esteves, 1998). Segundo Forbes (1887, apud Pireddu, 2024), lagos são descritos como microcosmos, destacando a interação entre espécies e o equilíbrio ecológico.

Os macroinvertebrados bentônicos constituem um componente vital da biota aquática, habitando tanto as regiões litorâneas quanto as zonas profundas dos ecossistemas (Esteves, 1998). Sua relevância reside no fato de serem amplamente reconhecidos como bioindicadores eficazes, por responderem às alterações ambientais, sejam elas decorrentes de influências antrópicas ou de fatores naturais (Silva et al., 2025) como variações da temperatura e da precipitação pluviométrica, nos diferentes períodos do ano (OBOLEWSKI et al., 2021). Ademais, esses invertebrados desempenham papel crucial na rede alimentar de ecossistemas aquáticos por realizarem a conexão entre os produtores primários (como algas, perifiton e plantas aquáticas) e os consumidores de ordens superiores, que incluem os vertebrados (como os peixes e outros animais aquáticos) (Brönmark, 1994).

Com base em sua morfologia e em seu comportamento alimentar, esses organismos são classificados em grupos funcionais alimentares (FFG) (Cummins, 1993; Cummins e Klug, 1979; Merritt et al., 2008), que constitui uma abordagem fundamental para compreender a dinâmica dos ecossistemas aquáticos, como os lagos.

Para Cummins (2005), essa categorização reflete adaptações morfológicas específicas do aparelho bucal. Assim, os organismos podem ser agrupados em: coletores, que ingerem partículas livres menores que 1 mm presentes no substrato ou na coluna d'água; raspadores,

que se alimentam de materiais aderidos às superfícies, como algas; fragmentadores, que consomem partículas maiores, como folhas e detritos; predadores, que se nutrem de outros animais. Em adição, MERRIT et al. (2017), incluem dentre os macroinvertebrados, a categoria de detritívoros, ou seja, organismos que se alimentam de matéria orgânica particulada, maiores que aquelas ingeridas pelos coletores.

É importante destacar que as variáveis abióticas, como oxigênio dissolvido, temperatura, pH e substâncias dissolvidas, são determinantes na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (Hynes, 1972). Assim sendo, a compreensão das inter-relações entre as variáveis físico-químicas da água, a vegetação ripária, as características do substrato e a estrutura da comunidade de macroinvertebrados torna-se essencial para avaliar o estado de conservação e o funcionamento desses ambientes (Fierro et al., 2017).

Além das características físicas e químicas locais, o clima exerce forte influência sobre a biodiversidade regional (Béron et al. 2024). Dessa forma, é importante, por exemplo, avaliar a variabilidade temporal da temperatura e do índice pluviométrico, considerando que os padrões bióticos são determinados por mudanças das condições ambientais (Crabot et al. 2020).

1.1. OBJETIVO GERAL

Caracterização limnológica de um lago localizado na zona rural em dois períodos pluviométricos distintos (seco e chuvoso) utilizando macroinvertebrados e variáveis abióticas.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se existem diferenças quanto à estrutura e composição taxonômica de macroinvertebrados nos períodos seco e chuvoso;
- Comparar a proporção de grupos funcionais de alimentação (FFG) nos períodos pluviométricos analisados (seco e chuvoso);
- Comparar as variáveis abióticas entre os períodos pluviométricos analisados (seco e chuvoso).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais, situado na região Sudeste do Brasil ($21^{\circ}35'51''\text{S}$ $43^{\circ}27'11''\text{W}$; Figura 1). O lago (Figura 2A), situado a 716 metros de altitude, possui aproximadamente 26,04 metros quadrados de área e 18,1 metros de perímetro.

Figura 1 – Localização do lago amostrado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

O lago possui mata na sua proximidade, bem preservada, e alguns trechos utilizados para atividades agropecuárias de baixa intensidade. A alimentação hídrica do lago é realizada por uma nascente perene. Pode-se constatar a presença de plantas aquáticas flutuantes e submersas no período chuvoso (Figura 2B e 2C), o que pode contribuir para a complexidade ecológica do ambiente. Entre a diversidade botânica encontrada no lago, destacam-se exemplares das famílias Nymphaeaceae, composta por espécies aquáticas de folhas flutuantes e flores vistosas; Lentibulariaceae, que reúne plantas carnívoras adaptadas a solos pobres em nutrientes; e a Juncaceae, formada por espécies herbáceas frequentemente associadas a áreas úmidas alagadas, desempenhando papel relevante na estabilidade ecológica desses ecossistemas (LORENZI, 2012). As identificações foram feitas por especialista do Herbário Leopoldo Krieger (CESJ).

A região apresenta clima tropical, com dois períodos definidos pela distribuição das precipitações, no qual outono/inverno são secos, com aproximadamente 20% da precipitação anual, e primavera/verão são chuvosos, concentrando 80% das chuvas anuais (FERREIRA, 2012).

Figura 2 – Lago amostrado em zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. (A: vista geral do lago. B: exemplares das famílias Nymphaeaceae. C: exemplares coletados da família Lentibulariaceae)



Fonte: elaborado pela autora (2025).

2.2 AMOSTRAGENS

As amostragens foram realizadas em dois períodos pluviométricos distintos.: seco (agosto de 2024; denominado A1) e chuvoso (fevereiro de 2025; denominado A2), a fim de verificar possíveis variações na estrutura da comunidade de macroinvertebrados. Em cada período foram definidos quatro pontos de amostragem (P1, P2, P3 e P4), distribuídos em diferentes locais na região litorânea do lago, totalizando oito amostras, sendo quatro em cada período. A região litorânea corresponde a uma região de ecótono entre o ecossistema terrestre e o lacustre, contendo grande número de nichos ecológicos, sendo o detrito de plantas aquáticas, a principal responsável pelo fluxo de energia neste compartimento, que sustenta vários grupos de invertebrados aquáticos (Esteves,1988).

A coleta do sedimento para análise dos macroinvertebrados foi realizada com uma rede em “D”, com malha de 0,21mm, adequada para a retenção dos organismos. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente rotulados, e fixado em álcool etílico a 85%, garantindo a conservação morfológica dos organismos até o momento da triagem.

No laboratório, as amostras foram lavadas em peneiras de malha de 0,21 mm e triadas sob microscópio estereoscópico. Após a triagem, os organismos foram preservados em álcool 70% e identificados até o nível de família, quando possível, utilizando-se chaves de identificação para macroinvertebrados de ambientes de água doce (MUGNAI et al., 2010; FUSARI et al., 2018). Para os organismos pertencentes a família Chironomidae, a identificação foi realizada a nível de subfamília com base em Trivinho-Strixino (2011).

Simultaneamente às amostragens da fauna, foram mensuradas variáveis abióticas da água, a fim de caracterizar as condições ambientais predominantes no momento da amostragem. As medições foram realizadas com uma sonda multiparâmetros YSI Pro DSS, aferindo-se temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e turbidez (NTU).

Amostras adicionais de sedimento foram coletadas para análise granulométrica e determinação do teor de matéria orgânica. A granulometria foi obtida pelo método de peneiramento seco, que permite a separação das frações de areia muito grossa ($1 \text{ mm} < x < 2 \text{ mm}$), areia grossa ($500 \mu\text{m} < x < 1 \text{ mm}$), areia média ($250 \mu\text{m} < x < 500 \mu\text{m}$), areia fina ($125 \mu\text{m} < x < 250 \mu\text{m}$), areia muito fina ($63 \mu\text{m} < x < 125 \mu\text{m}$) e silte/argila ($< 63 \mu\text{m}$), conforme a norma técnica NBR 7181 (ABNT, 1982; AMARAL et al., 2020). O teor de matéria orgânica

foi determinado pelo método de perda de peso após incineração em mufla (SCHULTE & HOPKINS, 1996), utilizando amostras previamente secas e calcinadas a 550 °C por quatro horas.

Para a aplicação dessa metodologia, as amostras destinadas à análise granulométrica e de matéria orgânica foram inicialmente secas de forma natural, em bandejas expostas ao ar livre, até completa remoção da umidade do substrato. No agitador, o tempo de processamento foi de 20 minutos, em frequência padrão. Posteriormente, uma alíquota de cinco gramas foi separada especificamente para a determinação do teor de matéria orgânica.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

A estrutura faunística foi analisada com base na abundância numérica, riqueza, dominância e diversidade de Shannon. Para verificar se a composição da fauna diferiu entre os períodos, foram realizadas a Análise de Escalonamento Multidimensional não-métrico (nMDS) e a Análise de Similaridade (ANOSIM). Todas as análises foram realizadas no programa PAST, versão 5.3.

Os macroinvertebrados foram classificados em seis grupos funcionais de alimentação (FFG), sendo eles: coletor, detritívoro, fragmentador, filtrador, predador e raspador, de acordo com Merritt et al. (2017) e Linares et al. (2022), e verificada a proporção de cada categoria para os períodos seco e chuvoso.

3. RESULTADOS

No total, foram coletados 1.155 organismos, distribuídos em 28 táxons (Apêndice 1). Dentre os macroinvertebrados encontrados, estiveram presentes as ordens de insetos aquáticos Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata e Plecoptera; outros grupos, como Collembola, Acari, Annelida, Crustacea, Nematoda e Mollusca, também estiveram presentes, porém em menor abundância e frequência.

A ordem Diptera (930 indivíduos), representou mais de 80% dos indivíduos coletados. Nesta ordem, a família Chironomidae (585 indivíduos) foi a mais abundante, correspondendo a 50,6% dos organismos identificados, seguida por Ceratopogonidae (302 indivíduos), com 26,14%. Com relação as subfamílias de Chironomidae (Chironominae, Orthocladiinae e Tanyptodinae), a mais abundante foi Chironominae, com 343 organismos.

A comparação entre os períodos revelou que, numericamente, o período chuvoso apresentou maior riqueza de indivíduos (27), maior diversidade (2,102), e menor dominância (0,1881). Por outro lado, o período seco apresentou maior abundância (614), menor riqueza (20) e maior dominância (0,3151) (Tabela 1).

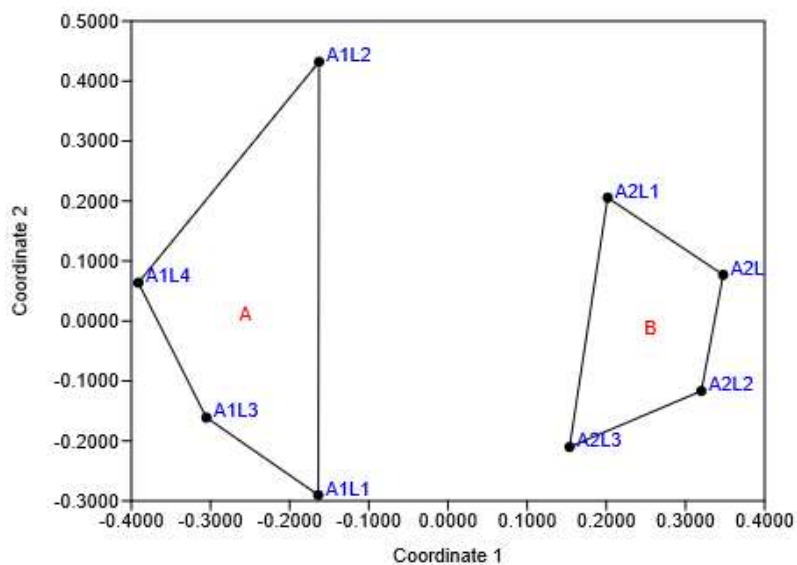
Tabela 1 - Estrutura da comunidade de macroinvertebrados amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

	Riqueza	Abundância	Dominância	Diversidade
Seco	20	614	0,3151	1,522
Chuvoso	27	542	0,1881	2,102

Fonte: elaborado pela autora (2025)

O resultado da análise nMDS (Figura 3; stress = 0,1569) revelou a distinção sazonal das amostras obtidas nos períodos seco (A1) e chuvoso (A2), indicando ainda que aquelas obtidas no período chuvoso (grupo A2) foram mais similares entre si. O resultado da Anosim ($R = 0,75$ e $p = 0,0268$), confirmou diferença na composição faunística entre os períodos amostrados.

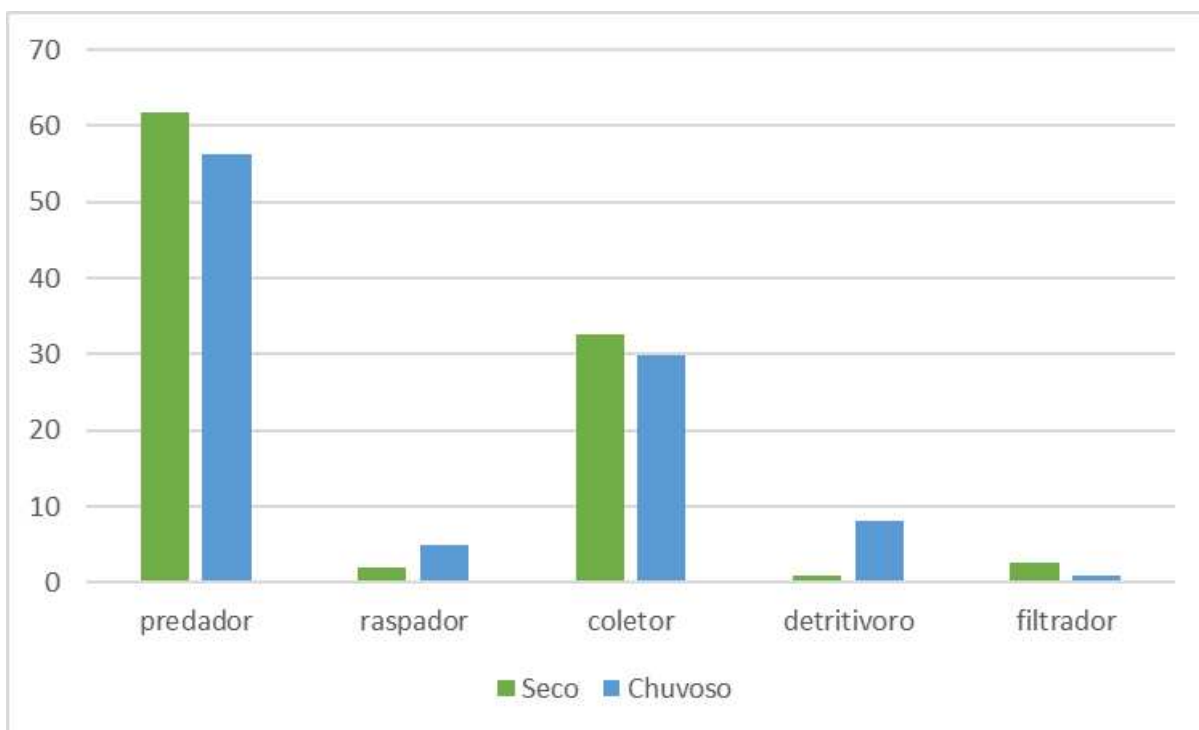
Figura 3 – Resultado da análise nMDS com os dados de abundância, referentes aos pontos de amostragem em lago localizado em zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais nos períodos seco (A1) e chuvoso (A2).



Fonte: elaborado pela autora (2025)

Em relação aos Grupos Funcionais de Alimentação (FFG; Figura 4), no período seco, os predadores (61,87%) foram os mais abundantes, seguido por coletores (32,57%) e filtradores (2,62%). O período chuvoso apresentou maior abundância de predadores (56,30%) e coletores (29,77%), entretanto, o terceiro FFG com maior proporção foram os detritívoros (8,02%).

Figura 4 – Proporção de grupos funcionais de alimentação (FFG) de macroinvertebrados amostrados nos períodos seco e chuvoso em lago localizado em zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

Em relação às outras variáveis abióticas, o pH variou de 6,7 no período seco para 5,8 no chuvoso, indicando um ambiente levemente ácido em ambas as amostragens. A condutividade elétrica apresentou valores iguais, entre as duas estações (30 uS cm^{-1}) e o oxigênio dissolvido (OD) foi de $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ e $3,2 \text{ mg L}^{-1}$ nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Figura 5 - Frações granulométricas do sedimento amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

O teor de matéria orgânica foi de 8,78% no período seco, sendo menor no período chuvoso (6,9%). Em relação à granulometria (Figura 6), observou-se predominância da fração areia grossa em ambos os períodos analisados, com valores de 40,01% no período seco e 31,782% no chuvoso. As frações de areia média e fina corresponderam a 18,83% e 5,11% para o período seco e 23,90% e 10,75% para o chuvoso, respectivamente, enquanto o conteúdo de silte e argila foi menos expressivo em ambos os períodos (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem das frações granulométricas do sedimento amostradas em um lago localizado na zona rural do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte/Argila
Seco	31,413%	40,015%	18,831%	5,110%	2,747%	1,885%
Chuvoso	24,406%	31,782%	23,906%	10,753%	5,590%	3,563%

Fonte: elaborado pela autora (2025)

4. DISCUSSÃO

A dominância numérica das famílias Chironomidae e Ceratopogonidae, ambas pertencentes à ordem Diptera, pode ser atribuída à grande amplitude ecológica apresentada por esse grupo, que vive sobre extensa variedade de condições ambientais e pertence à diferentes categorias tróficas (SILVA et al., 2008; 2009). Além disso, a capacidade de dispersão da ordem Diptera pode ter propiciado a colonização e o estabelecimento dessas famílias em maior abundância numérica (HEINO, 2013; HAWKES et al., 2025). Larvas e pupas de Chironomidae habitam ambientes de água doce, de água salobra, marinhos e terrestres, colonizando vários tipos de substrato (SANSEVERINO et al., 2009). Essa adaptabilidade faz com que na maioria dos ambientes lóticos e lênticos, sejam naturais ou perturbados, os Chironomidae constituam o grupo mais abundante (ROQUE et al., 2000).

Em particular, a subfamília Chironominae foi a mais abundante nos dois períodos amostrados. As larvas dessa subfamília são amplamente reconhecidas por possuírem hemoglobina, o que pode contribuir para seu domínio em locais onde as concentrações de oxigênio são frequentemente baixas (DA SILVA et al., 2018), como a detectada no período seco.

A variação sazonal observada na estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados evidencia a influência do regime pluviométrico sobre a biota do lago. No período chuvoso, houve aumento na riqueza de espécies, enquanto na estação seca foram registradas maior abundância e dominância. Esses padrões corroboram com SILVA et al. (2025), que destacam a maior estabilidade ambiental durante a seca, favorecendo o estabelecimento e a persistência dos organismos bentônicos. O período de chuvas, coincide com temperaturas mais elevadas, aumentando a taxa de eclosão e a produção primária, no caso de plantas aquáticas, conforme observado por Lind et al. (2022). Variações climáticas podem levar ao aumento da abundância de espécies emergentes e flutuantes de plantas aquáticas, especialmente em lagos menores, que podem aumentar a disponibilidade de recursos e abrigo para os invertebrados (ALEIXO et al., 2024). Corroborando com essas informações, observações *in locu* mostraram grande quantidade de plantas aquáticas durante a segunda coleta (fevereiro de 2025).

Os resultados sobre os grupos funcionais mostraram que os predadores foram mais abundantes nos dois períodos, estando de acordo com o estudo de Johnson et al. (2004), que evidencia as comunidades de lagos apresentando uma proporção significativamente maior de

predadores em comparação com ecossistemas lóticos, como riachos e rios. Complementarmente, Nyman et al. (1985) demonstraram que predadores invertebrados podem se tornar abundantes em lagos, sobretudo quando as populações de peixes são reduzidas. Os resultados mostraram também, que os coletores apresentaram a segunda maior abundância nos dois períodos de estudo. Esta relativa estabilidade na dominância numérica de predadores e coletores observada, também pode ser justificada, pelo menos em parte, pelo fato de o lago ser alimentado por uma nascente perene. Esses ecossistemas possuem grande importância, por conectarem a água subterrânea, a água superficial e o ecossistema terrestre por meio de fluxos espaciais de energia, matéria e organismos (von Fumetti & Blattner, 2017). Assim sendo, o fluxo de energia, matéria e organismos oriundos da nascente, pode contribuir para a manutenção da estrutura funcional da fauna de macroinvertebrados do lago em ambos os períodos.

A previsibilidade estacional da região evidencia um padrão sazonal na temperatura média do ar em Juiz de Fora, com máximas durante o verão (dezembro a fevereiro) e mínimas no inverno (junho e julho), enquanto outono e primavera representam períodos de transição térmica (FERREIRA et al., 2023).

O valor de oxigênio dissolvido durante o período seco enquadra o lago como corpo d'água de classe 4, o que reforça seu caráter de ambiente voltado predominantemente à harmonia paisagística e pouco adequado para usos mais sensíveis, como recreação de contato primário ou abastecimento público, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. No entanto, os valores constantes de condutividade e pH levemente ácidos podem refletir a estabilidade oriunda da nascente que alimenta o lago, pois sabe-se que as nascentes apresentam condição ambiental relativamente estável em comparação com outras águas superficiais (VAN DER KAMP, 1995). Além disso, a decomposição das plantas aquáticas do lago, também pode contribuir para os valores de pH observados (DENG et al., 2023).

Os resultados das análises sedimentares evidenciaram a predominância da fração de areia grossa. Essa composição granulométrica sugere um estado conservado da vegetação natural no entorno do lago, uma vez que a complexidade estrutural da cobertura vegetal atua como barreira contra os efeitos do uso do solo e reduz o aporte de partículas mais finas para o ambiente aquático (Ferreira-Peruquetti; Fonseca-Gessner, 2003). Estudos anteriores corroboram essa interpretação: Amaral et al. (2020) observaram que nascentes em áreas florestadas estavam associadas à presença de areia muito grossa, enquanto Wantzen (2006)

destacou que o incremento de sedimentos de menor granulometria, decorrente de alterações antrópicas no uso do solo, promove impactos significativos na qualidade dos ecossistemas aquáticos.

Em relação ao teor de matéria orgânica, os resultados indicam que sua origem está vinculada tanto à decomposição da vegetação aquática e marginal quanto ao aporte de material alóctone proveniente da cobertura vegetal do entorno. Esse processo é consistente com as observações de Kikuchi; Uieda (1998) e Uieda; Gajardo (1996), que demonstraram que a vegetação ripária contribui com grande quantidade de matéria orgânica — galhos, folhas e outros detritos — que, ao se acumular no sedimento, fornece alimento e abrigo para diversas famílias de insetos aquáticos. Assim, a presença de matéria orgânica no sedimento reforça a importância da vegetação marginal como fonte primária de energia e estrutura para a manutenção da biodiversidade nesses ambientes

5 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que a integração entre fatores bióticos e abióticos é importante para compreender a dinâmica ecológica de ambientes lacustres rurais, reforçando a relevância desses ecossistemas na conservação da biodiversidade e no equilíbrio ambiental.

Assim, evidenciando que tais ambientes não apenas atuam como reservatórios de diversidade biológica, mas também desempenham papel estratégico na regulação de processos ecológicos essenciais. A estrutura física do substrato, associada ao teor de matéria orgânica, também mostrou-se determinante para os processos de ciclagem de nutrientes e para a manutenção da heterogeneidade ambiental, fatores que sustentam a biodiversidade aquática e a estabilidade funcional do ecossistema.

Conclui-se, portanto, que os resultados deste trabalho confirmam a importância da preservação dos ambientes lacustres rurais como condição necessária para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e para a sustentabilidade das paisagens em que estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, Matheus Henrique Ferreira et al. Habitat complexity versus habitat heterogeneity: Invertebrates prefer macrophyte stands with intermediate biomass and high functional diversity. *Freshwater Biology*, v. 69, n. 9, p. 1278-1291, 2024
- Béron MC, Montalto L, Aquino D, Quintana R, Mayora G, Flores M, Labas M, Mesa L. 2024. Unravelling the influence of cattle stocking rate on the macroinvertebrate community of freshwater wetlands subjected to hydrological modifications in three hydroclimatic periods. *Environ Res.* 251:118557. doi:10.1016/j.envres.2024.118557
- Cañedo-Argüelles M, Gutiérrez-Cánovas C, Acosta R, Castro- López D, Cid N, Fortuño P, Bonada N. 2020. As time goes by: 20 years of changes in the aquatic macroinvertebrate metacommunity of Mediterranean river networks. *J Biogeog.* 47:1861–1874. doi:10.1111/jbi.13913
- Crabot J, Heino J, Launay B, Datry T. 2020. Drying determines the temporal dynamics of stream invertebrate structural and functional beta diversity. *Ecography.* 43:620–635. doi:10.1111/ecog.04835
- Cummins KW, 1993. Bioassessment and analysis of functional organization of running water ecosystems, p. 155-169. In: S. Loeb and A. Spacie (eds.), *Biological monitoring of aquatic ecosystems*. Lewis Publ.
- Cummins KW, Klugg MJ, 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annu. Rev. col. Syst.* 10:147-172.
- CUMMINS, K. W.; MERRIT R. W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in south Brasil. *Studies on neotropical fauna and environment*, v. 40, n.1, 2005.
- CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W. Ecology and distribution of aquatic insects. In: MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996. cap. 6, p. 74-86.
- DA SILVA, Fabio Laurindo et al. Family chironomidae. In: Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates*. Academic Press, 2018. p. 661-700. Spatial scale and ecological relationships between the macroinvertebrate communities of stony habitats of streams and lakes Richard K. Johnson, W. Goedkoop, L. Sandin 2004
- DE ASSIS ESTEVES, Francisco. *Fundamentos de limnologia*. Interciência, 1998.
- DENG, Yang et al. Response of aquatic plant decomposition to invasive algal organic matter mediated by the co-metabolism effect in eutrophic lakes. *Journal of Environmental Management*, v. 329, p. 117037, 2023.
- FELIPPE, Miguel Fernandes. *Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais*. 2009.
- Ferreira, Cássia de Castro Martins. *Clima de Juiz de Fora: 50 anos de dados meteorológicos / Cássia de Castro Martins, Fabio de Oliveira Sanches, Thiago Alves de Oliveira; Yan Carlos Gomes Vianna, Camila de Moraes Gomes Tavares. -- Juiz de Fora: Editora UFJF, 2023. Dados eletrônicos (1 arquivo: 4,12 mb) 81 p.: il. col.*

GLEISER, Marcelo. **Criação imperfeita: cosmo, vida e o código oculto da natureza**. Editora Record, 2014.

HYNES, Hugh Bernard Noel. The ecology of running waters. (No Title), 1970.

Impact of invertebrate predators on the Zooplankton composition in acid forest lakes H. Nyman, H. G. Oscarson, J. Stenson 1985

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de insetos aquáticos em um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; ARVALHO, A. L. E. (Ed.). Ecologia de insetos aquáticos. Rio de Janeiro: PPGEUFRJ, 1998. cap. 12, p. 157-173. (Series Oecologia Brasiliensis, 5).

LIMA, Diego Viana Melo; ALMEIDA, Maria de Fátima Teixeira; VICENTE, Jeferson Xavier. Efeitos da sazonalidade sobre a composição e riqueza de larvas de Odonatas em lagos urbanos, Rio Branco (AC), Brasil. Multidisciplinary Sciences Reports, v. 1, n. 1, p. 1–16, 2021. <https://doi.org/10.54038/ms.v1i1.5>.

LIND, Lovisa; ECKSTEIN, R. Lutz; RELYEA, Rick A. Direct and indirect effects of climate change on distribution and community composition of macrophytes in lentic systems. Biological Reviews, v. 97, n. 4, p. 1677-1690, 2022.

LORENZI, Harry. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2012.

Merritt RW, Cummins KW, MB Berg, 2008. An introduction to aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publ. Co. Dubuque: 1158 pp.

OBOLEWSKI, Krystian et al. Response of benthic fauna to habitat heterogeneity in a shallow temperate lake. Animals, v. 11, n. 9, p. 2488, 2021.

PIREDDU, Pier Luigi. A Biogeographical Debate at the Origins of Limnology in Switzerland and Italy: The Issue over Pelagic Fauna Between Pietro Pavesi and François-Alphonse Forel. Journal of the History of Biology, v. 57, n. 4, p. 507-532, 2024.

ROQUE, F. O.; CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. In: ESPÍNDOLA, E.L. G.; PASCHOAL, C. M. R. B.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; NETO, A. L.O. (Ed.). Ecotoxicologia e desenvolvimento sustentável: perspectivas para o século XXI. São Carlos: Rima, 2000. p. 115-126

SANSEVERINO, Angela M. et al. Chironomidae (Insecta: Diptera) no estado do Rio de Janeiro, Brasil: situação atual, lista de espécies e novos registros. Arquivos do Museu Nacional, v. 67, n. 3-4, 2009

SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A. Distribuição da entomofauna associada às macrófitas aquáticas na vazante do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 31, n. 2, p. 127-134, 2009

SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A. Estrutura da comunidade de insetos associados à macrófitas aquáticas, em um trecho do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: OLIVEIRA, A. K. M.; GARNÉS, S. J. A.;

FIGUEIREDO, R.S. (Ed.). Meio ambiente e produção interdisciplinar: sociedade, natureza e desenvolvimento. Campo Grande: Uniderp, 2008. v. 2, cap. 6, p. 99-117.

SILVA, Mariana Silveira Guerra Moura e et al. Influence of land use on benthic macroinvertebrate assemblages in headwater streams of the Jaguari River Basin, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, v. 20, p. e3044, 2025.

SILVA, Mariana Silveira Guerra Moura e et al. Influence of land use on benthic macroinvertebrate assemblages in headwater streams of the Jaguari River Basin, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, v. 20, p. e3044, 2025.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. *Limnologia*. Oficina de textos, 2016

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. *Naturalia*, v. 21, p. 31-47, 1996.

von Fumetti, S., & Blattner, L., 2017. Faunistic assemblages of natural springs in different areas in the Swiss National Park a small-scale comparison. *Hydrobiologia* 793(1), 175-184. <http://doi.org/10.1007/s10750-016-2788-5>.

Saltidae	0	0	0	0	0	2	0	0
ODONATA								
Aeshinidae	0	0	0	0	1	0	0	0
Corduliidae	0	0	0	0	37	13	16	16
Calopteriidae	2	0	3	0	3	3	2	1
Libellulidae	5	1	3	2	0	0	0	0
Lestidae	2	0	0	0	0	0	0	0
PLECOPTERA								
Gripopterygidae	4	0	0	0	1	1	0	0
COLLEMBOLA								
	0	0	0	1	4	0	0	0
ACARI								
	1	0	0	1	1	3	0	0
ANNELIDA								
HIRUDINEA								
	0	0	0	1	1	0	0	0
OLIGOCHAETA								
	0	3	0	2	27	3	0	5
CRUSTACEA								
COPEPODA								
	2	5	4	5	3	0	2	0
OSTRACODA								
	1	0	0	0	5	1	0	1
NEMATODA								
	0	0	0	0	1	1	0	1
MOLLUSCA								
PLANORBIDAE								
	0	0	0	0	0	4	0	0
