

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAMILLI DE LIMA TOLEDO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR MEIO DO USO DE
BIOINDICADORES BENTÔNICOS: ESTUDO DE CASO DA FAZENDA
SANTO ANTÔNIO**

CURITIBA

2021

JAMILLI DE LIMA TOLEDO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR MEIO DO USO DE
BIOINDICADORES BENTÔNICOS: ESTUDO DE CASO DA FAZENDA
SANTO ANTÔNIO**

Relatório Técnico apresentado como
requisito parcial à obtenção do título de
Especialista. Curso de Especialização em
MBA em Gestão Ambiental, Universidade
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Ma. Michela Rossane
Cavilha Scupino

CURITIBA

2021

RESUMO

Os organismos bentônicos, estando continuamente expostos no ambiente aquático, refletem as alterações ambientais que ocorrem no rio ao longo do tempo. Estas alterações são detectadas pela sobrevivência ou desaparecimento das populações destes organismos. Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água por meio do uso de bioindicadores bentônicos, tendo como estudo de caso a Fazenda Santo Antônio no município de Bataguassu. Para o experimento, foi utilizado substrato rochoso artificial, confeccionado com cimento, na forma de um retângulo (8 x 6 x 3 cm) com 6 furos distribuídos verticalmente. Em cada ponto foram instalados 4 substratos artificiais, que foram recolhidos após 30 dias de colonização durante 1 ano e os macroinvertebrados identificados ao nível de família. Como resultado, o córrego Santo Antônio pode ser classificado como um ambiente alterado, classificado quanto a qualidade da água como boa/regular de acordo com o período do ano. Porém, a presença de bioindicadores desclassificam o ambiente com poluído por esgotos domésticos e poluentes químicos. Os bioindicadores são os indicadores mais eficientes para o estudo, pois integram a ação de várias fontes de impacto sobre o ecossistema aquático, como a retirada da mata ciliar, apesar das variáveis físicas e químicas apresentarem respostas mais rápidas não seriam suficientes para avaliação dos impactos ambientais presentes no ambiente.

Palavras-chave: Biomonitoramento. Macroinvertebrados bentônicos. Qualidade da água dos rios.

ABSTRACT

Scientific studies aimed at evaluating water quality based on bioindicator benthic macroinvertebrates are increasingly used to diagnose spatiotemporal impacts on aquatic ecosystems. In this context, the objective of this work was to evaluate the water quality using benthic bioindicators, having as a case study the Fazenda Santo Antônio in the municipality of Bataguassu. For the experiment, an artificial rock substrate, made with cement, in the shape of a rectangle (8 x 6 x 3 cm) with 6 vertically distributed holes was used. At each point, 4 artificial substrates were installed, which were collected after 30 days of colonization for 1 year and the macroinvertebrates identified at the family level. As a result, the Santo Antônio stream can be classified as an altered environment, classified as good/fair water quality according to the period of the year. However, the presence of bioindicators disqualify the environment as polluted by domestic sewage and chemical pollutants. Bioindicators are the most efficient indicators for the study, as they integrate the action of various sources of impact on the aquatic ecosystem, such as the removal of riparian vegetation, although physical and chemical variables presenting faster responses would not be sufficient to assess environmental impacts present in the environment.

Keywords: Biomonitoring. Benthic macroinvertebrates. River water quality.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	7
2- MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1 ÁREA DE ESTUDO	8
2.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	9
2.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	10
3- RESULTADO E DISCUSÃO.....	11
4- CONCLUSÃO	17
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1- INTRODUÇÃO

Estudos científicos que visam avaliação da qualidade de água com base nos macroinvertebrados bentônicos bioindicadores são cada vez mais utilizados para diagnosticar espaço-temporalmemente os impactos em ecossistemas aquáticos (Moreno *et al.*, 2009), ou identificar áreas de referência em Programas de Biomonitoramento de bacias hidrográficas (Paz *et al.*, 2009).

O monitoramento biológico no ambiente baseia-se na premissa de que diferentes espécies apresentam tolerâncias diferentes aos poluentes e que evidências de prejuízos podem ser identificadas pela riqueza e abundância de espécies. Avaliações biológicas muitas vezes oferecem importantes vantagens sobre as análises químicas. A presença ou a ausência de organismos, o comportamento dos fatores biológicos e as interações destes com os elementos físico-químicos do meio não só expressam a qualidade de um ecossistema como também pode revelar informações sobre seu passado químico.

Particularmente, no caso da avaliação da qualidade da água, embora análises químicas indiquem a existência em potencial de uma condição perturbadora ao ambiente, elas não indicam os danos causados ao ecossistema. Já os bioindicadores podem integrar espacialmente os efeitos dos poluentes e indicar uma dimensão temporal dos mesmos, corroborando na identificação do estado do sistema. Ainda, pressupõe-se que os organismos e sua complexa interação com o meio ambiente respondam de maneira diferenciada às modificações da paisagem, como a retirada da mata ciliar, causada pela atividade humana.

Macroinvertebrados bentônicos são o grupo que atualmente vêm sendo utilizados no monitoramento de ecossistemas aquáticos, sendo um termo operacional que reúne invertebrados geralmente maiores que 0,25 mm. As principais razões para escolha desse grupo são: (1) a estrutura dessa comunidade reflete a qualidade ambiental; (2) são conspícuos, muitas vezes abundantes e relativamente sedentários; (3) são de fácil amostragem, com custos relativamente baixos.

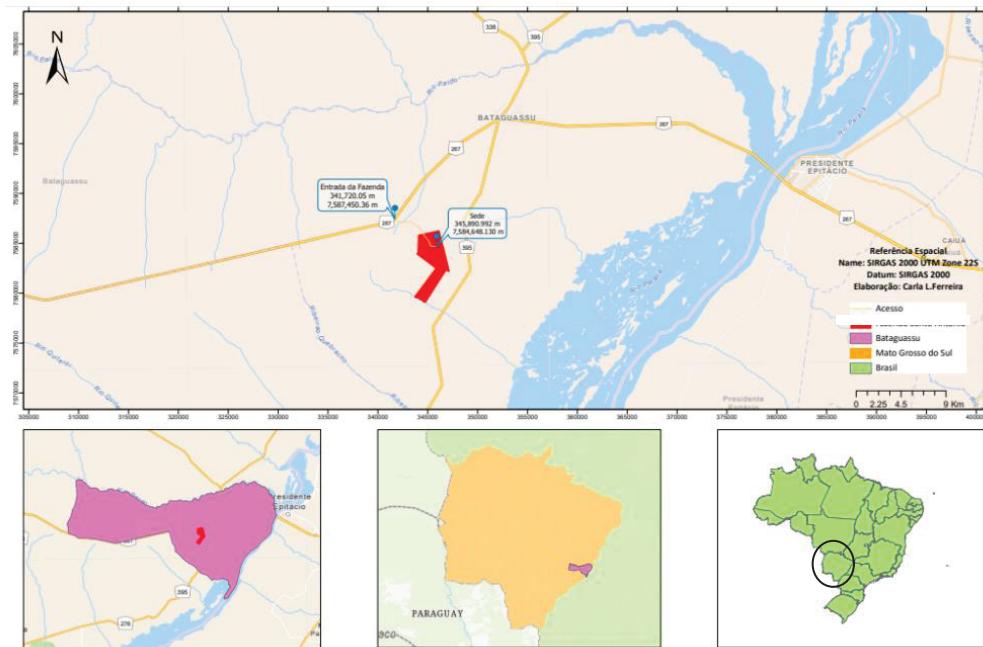
Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água por meio do uso de bioindicadores bentônicos, tendo como estudo de caso a Fazenda Santo Antônio no município de Bataguassu.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A microbacia estudada está situada na Fazenda Santo Antônio ($21^{\circ} 83'77''$ S e $52^{\circ}49'46''$ W) localizada no município de Bataguassu, Mato Grosso do Sul (FIGURA 1). Este município situa-se no leste de Mato Grosso do Sul (Microrregião de Nova Andradina), na divisa com o estado de São Paulo.

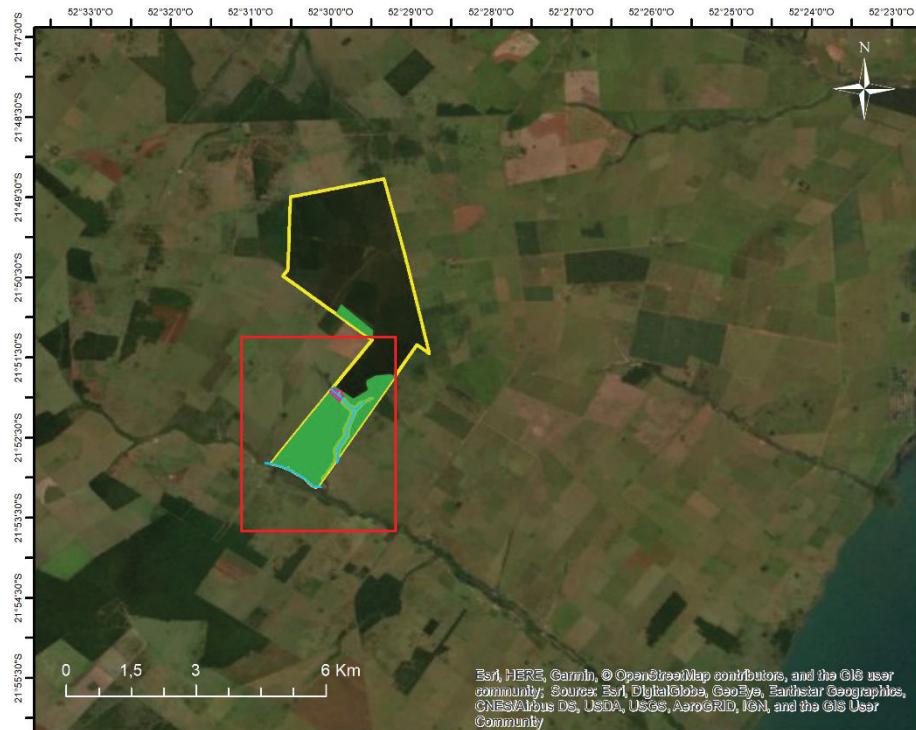
Figura 1 - Localização da Fazenda Santo Antônio.



FONTE: TOLEDO, 2021.

A microbacia estudada pertence a unidade de gerenciamento de bacia hidrográfica do Pardo, situado na margem direita do rio Paraná (FIGURA 2). A seleção dessa se deve ao fato de que uma das nascentes se encontra dentro da área da Fazenda, em área de recuperação ambiental (FIGURA 3).

Figura 2 - Localização da microbacia estudada na Fazenda Santo Antônio.



FONTE: TOLEDO, 2021.

Figura 3 - Ponto de amostragem na microbacia da Fazenda Santo Antônio.



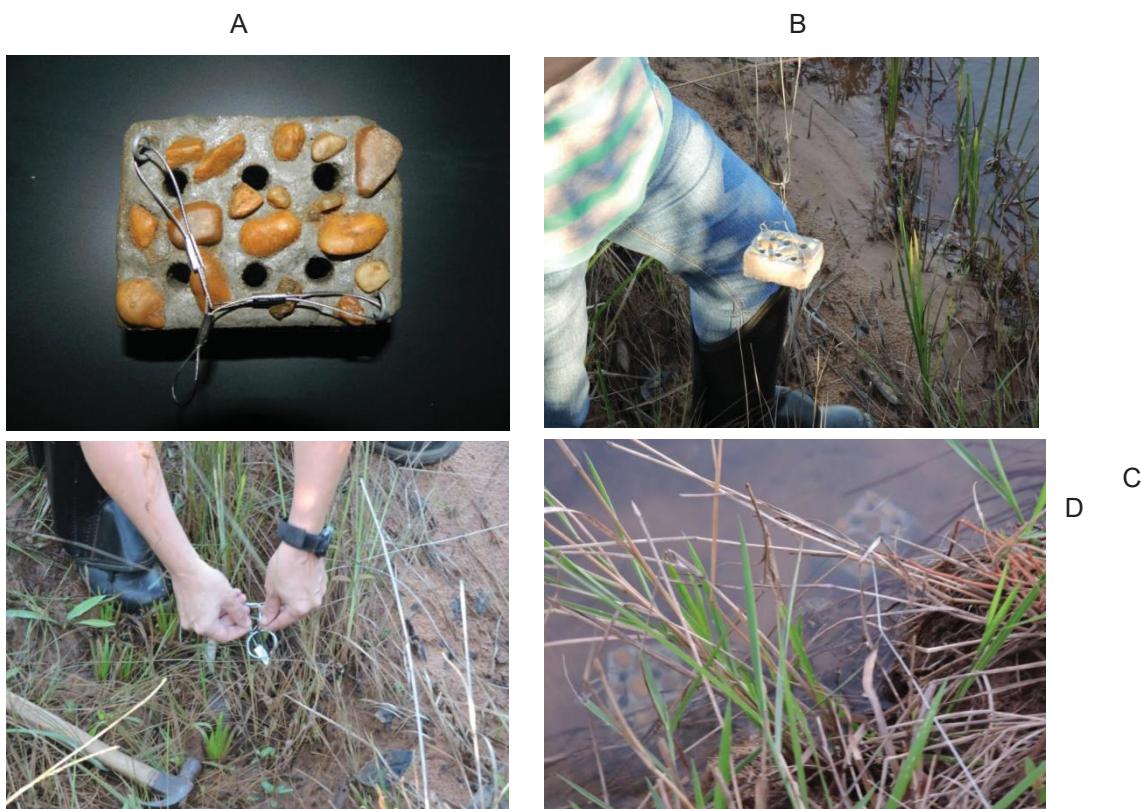
FONTE: TOLEDO, 2021.

2.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Para o experimento, foi utilizado substrato rochoso artificial, confeccionado com cimento, na forma de um retângulo (8 x 6 x 3 cm) com 6 furos distribuídos verticalmente. Ainda foram aderidos seixos de rio na superfície do substrato a fim de aumentar a rugosidade da superfície e criar mais micro

habitats para os macroinvertebrados (FIGURA 4). No ponto foram instalados 4 substratos artificiais, que foram recolhidos após 30 dias de colonização durante 1 ano e os macroinvertebrados identificados ao nível de família.

Figura 4 – Metodologia de coleta dos macroinvertebrados A= Substrato artificial rochoso utilizado no experimento; B, C e D= Instalação no córrego.



FONTE: TOLEDO, 2021.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para determinar o diagnóstico da qualidade da água foi utilizado o Índice da Comunidade Bentônica (ICB) desenvolvido pela CETESB (2012) (Tabela I). Foi utilizado o protocolo da CETESB (2012), índice (ICB – Índice de Comunidades Bentônicas) que é empregado em diferentes regiões do país. A microbacia estudada na Fazenda Santo Antônio faz parte da Bacia do Paraná (margem direita) divisor de águas do estado do Mato Grosso do Sul e São Paulo. Dessa forma, independente do estado, o protocolo abrange a comunidade bentônica da bacia do Paraná, sendo adequada a sua aplicação.

Tabela I. Índice da comunidade Bentônica para rios (ICBRio; CETESB, 2012). S= riqueza de espécies; H= índice de diversidade de Shannon-Wiener; T/TD= Dominância de Grupos Tolerantes; Ssens= Táxons sensíveis em rios.

Classe	Ponto	S	H'	T/DT	Ssens
Péssima	5	Azóico			
Ruim	4	< 5	≤1,50	≥0,75	0
Regular	3	6-13	>1,5 - ≤2,25	0,50 - <0,75	1
Boa	2	14-20	>2,25 - ≤3,50	0,25 - <0,50	2
Ótima	1	≥21	>3,50	<0,25	≥3

O índice de Shannon-Weaver (H') relaciona o aumento da diversidade taxonômica com a boa saúde do ecossistema e é calculado com o log em base 2. A diversidade avalia a riqueza e uniformidade da população estudada foi calculada usando o software livre PAST 4.03.

Os grupos que são considerados tolerantes são Tubificidae sem queta capilar, Tubificidae com queta capilar (só *Tubifex*), Naididae e Chironomus, em rios (CETESB, 2012). Nesse estudo foi considerado todos os anelídeos e quironomídeos da sub-família Chironominae como grupos tolerantes. A Dominância de grupos tolerantes (T/DT) é calculada através da proporção entre a abundância de grupos tolerantes pela abundância total dos macroinvertebrados coletados. É importante salientar que os táxons considerados tolerantes nesse trabalho podem gerar uma maior proporção de grupos tolerantes, pois foram consideradas classes taxonômicas mais elevadas do que as citadas em CETESB (2012).

Para o cálculo do Índice da Comunidade Bentônica todos os parâmetros avaliados para a classificação possuem o mesmo peso, o valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação da qualidade do habitat, será simplesmente a média aritmética do valor obtido com a soma dos pontos de cada métrica.

3- RESULTADO E DISCUSÃO

No total foram identificados 14 táxons ao longo do período estudado, sendo três considerados bioindicadores da qualidade da água, duas famílias de Trichoptera e uma de Ephemeroptera (Tabela II; FIGURA 5). Segundo CETESB (2019), os táxons considerados sensíveis correspondem a famílias das Ordens

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em rios. Ephemeroptera apresenta maior frequência em riachos de águas limpas e constitui um grupo dominante entre as comunidades de invertebrados bentônicos (GOULART e CALLISTO, 2005). A ordem Trichoptera vive em águas limpas e bem oxigenadas, com baixa quantidade de nutrientes, podendo ser indicadora de ambientes oligotróficos (CALLISTO *et al.*, 2001). A ordem Plecoptera é associada a águas límpidas, sendo encontrada mais facilmente em ambientes lóticos, com águas turbulentas, rápidas e frias, consequentemente, altamente oxigenadas.

Entre as três ordens bioindicadoras da qualidade da água, não foi registrada somente táxons da ordem Plecoptera, o que era esperado uma vez que o córrego não possui águas turbulentas com alta velocidade da corrente.

Tabela II. Lista taxonômica dos táxons amostrados no córrego situado na Fazenda Santo Antônio, Bataguassu, MS.

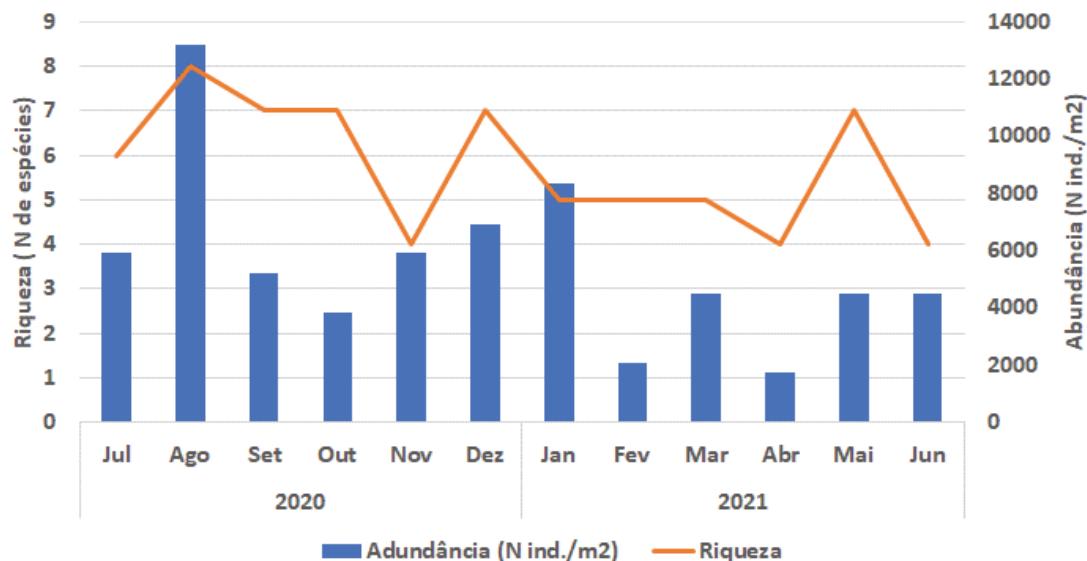
Táxon	2020						2021					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Annelida - Hirundinea	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annelida - Oligochaeta	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X	-
Diptera- Chironomidae-Chironominae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diptera- Chironomidae-Orthocladiinae	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera- Hydropsychidae - Smicridea	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-
Trichoptera - Hydroptilidae	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
Odonata - Anisoptera	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera - Chironomidae - Tanypodinae	X	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X
Ephemeroptera - Leptohyphidae	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X
Crustacea - Copepoda	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera - pupa	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acarina	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
Coleoptera - Elmidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Diptera - Ceratopogonidae - Bezzia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	6	8	7	7	4	7	5	5	5	4	7	4

Figura 5 - Registro fotográfico de alguns macroinvertebrados coletados no corpo de água situado na Fazenda Santo Antônio, Bataguassu, MS.



A riqueza e a abundância dos macroinvertebrados bentônicos variou com relação ao longo do período estudado, sendo verificado no mês de agosto o maior número de espécies e número de indivíduos por m² (Figura 6).

Figura 6 - Riqueza e abundância média dos macroinvertebrados coletados no período de julho de 2020 a junho de 2021 no corpo de água situado na Fazenda Santo Antônio, Bataguassu. MS.



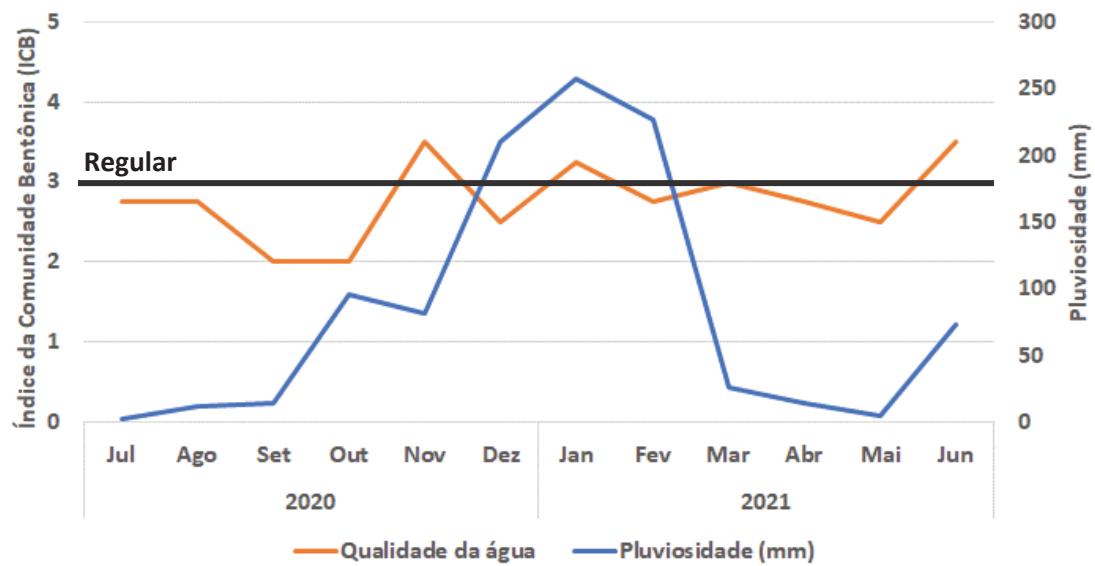
No período estudado a riqueza de táxons variou de 4 a 8, sendo que no mês de agosto foi observada a maior riqueza (Tabela III). Com relação a diversidade, foi obtida a maior diversidade nos meses de setembro e outubro de 2020, correspondendo a 1,841 e 1,768, respectivamente. Os táxons sensíveis bioindicadores da qualidade da água ocorreram todos os meses amostrados.

Tabela III. Riqueza de espécies (S); Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'); Dominância de Grupos Tolerantes (T/TD); Ssens= Táxons sensíveis em rios obtidos mensalmente no córrego situado na Fazenda Santo Antônio, Bataguassu, MS.

Mês/Ano	S	H'	T/DT	Ssen
jul/20	6	1,447	0,91	3
ago/20	8	1,136	0,76	3
set/20	7	1,841	0,47	3
out/20	7	1,768	0,45	3
nov/20	4	0,6596	0,88	2
dez/20	7	1,259	0,70	3
jan/21	5	0,8728	0,75	3
fev/21	5	1,561	0,33	3
mar/21	5	1,178	0,69	2
abr/21	4	1,332	0,60	1
mai/21	7	1,692	0,46	2
jun/21	4	0.7935	0,77	2

Os resultados obtidos para o índice ICB de rios com relação a qualidade da água ao longo do período de 12 meses mostrou que a qualidade da água variou entre boa e regular (Figura 7). Os dados indicaram que ocorreram queda na qualidade da água, principalmente no período chuvoso. Segundo CETESB (2012), os períodos de chuvas intensas podem ocasionar a lavagem do fundo do leito e empobrecimento da fauna bentônica pelo carregamento dos organismos rio abaixo, e até mesmo a morte destes pelo atrito com superfícies duras. Dessa forma, o melhor período de amostragem da comunidade ocorre no período seco (inverno). Isso também foi observado para córrego Santo Antônio, sendo obtido o maior número de indivíduos coletados e riqueza de espécies e melhor qualidade da água nesse período.

Figura 7 - Índice da Comunidade Bentônica ICB rios e dados de pluviosidade no período de julho de 2020 a junho de 2021 no corpo de água situado na Fazenda Santo Antônio, Bataguassu, MS.



Assim, embora tenha ocorrido a diminuição na qualidade da água no período chuvoso, os dados indicam que provavelmente isso ocorreu em função de variáveis ambientais, pois mesmo tendo diminuído o número de táxons sensíveis em alguns meses, esses voltaram a ocorrer em meses subsequentes.

Dessa forma, o córrego Santo Antônio pode ser classificado como um ambiente alterado, classificado quanto a qualidade da água como boa/regular de

acordo com o período do ano. Porém, a presença de bioindicadores desclassificam o ambiente com poluído por esgotos domésticos e poluentes químicos.

4- CONCLUSÃO

O córrego Santo Antônio pode ser qualificado como um ambiente alterado, classificado quanto a qualidade da água como boa/regular de acordo com o período do ano. O corpo de água estudado apresenta uma alta riqueza de grupos taxonômicos de macroinvertebrados, sendo observados vários organismos sensíveis à poluição e impactos antrópicos, como larvas de insetos das ordens Plecoptera, Ephemeroptera e Trichoptera, o que desclassifica o ambiente como poluído por esgotos domésticos e/ou poluentes químicos.

Os bioindicadores são os indicadores mais eficientes para o estudo, pois integram a ação de várias fontes de impacto sobre o ecossistema aquático, como a retirada da mata ciliar, apesar das variáveis físicas e químicas apresentarem respostas mais rápidas não seriam suficientes para avaliação dos impactos ambientais presentes no ambiente.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTO, M. MORETTI, M.; GOULART, M.D.C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde dos riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.1, p.71-82, 2001.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo**. São Paulo, 2012. 113 p.

CETESB (São Paulo). **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018**. São Paulo, 2019. (Série Relatórios).

GOULART, M.D.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista FAPAM. v.2, p.78-85, 2003.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **Past: Paleontological statistics software Packaged for education and data analysis.** Version 4.03. Paleontologia Eletrônica, v. 4, n. 1, p. 1-9. 2001. Disponível em: Acesso em: 2021.

MORENO, P.; FRANÇA, J.S.; FERREIRA, W.R.; PAZ, A.D.; MONTEIRO, I. & CALLISTO, M. **Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a Neotropical basin.** Hydrobiologia, 630: 231-242, 2009.

PAZ, A.D.; MORENO, P.; ROCHA, L. & CALLISTO, M. **Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG).** Neotrop. Biol. & Conserv., 3: 149-158, 2009.