



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GUSTAVO LEONEL MARINHO

**INVERTEBRADOS BENTÔNICOS BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DA ÁGUA NA REPRESA DO CÓRREGO SÃO NICOLAU
NO CAMPUS II DA PUC GOIÁS-GOIÂNIA-GOIÁS**

Goiânia, novembro de 2020

GUSTAVO LEONEL MARINHO

**INVERTEBRADOS BENTÔNICOS BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DA ÁGUA NA REPRESA DO CÓRREGO SÃO NICOLAU
NO CAMPUS II DA PUC GOIÁS-GOIÂNIA-GOIÁS**

Monografia apresentada à Escola de Ciências Agrárias e Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Augusto da Costa Porto

Goiânia, novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA

Aluno: Gustavo Leonel Marinho

Orientador: Prof. Luiz Augusto da Costa Porto. Dr.

Membros:

1. Dr. Luiz Augusto da Costa Porto

2. Dr. Darlan Tavares Feitosa

3. Dr. Wilian Vaz Silva

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho em especial a minha mãe Adriane por sempre estar ao meu lado nos momentos bons e ruins e aos meus familiares que deram apoio ao longo dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço às mulheres mais fortes que conheço e que sem elas eu não teria conseguido chegar tão longe. Elas são a minha mãe Adriane e a minha avó Maria Leonor, obrigado por cada ensinamento e por me ajudarem a realizar meus sonhos.

Agradeço a toda família que me deu apoio e acreditou no meu sucesso, por cada momento de alegria e demonstração de amor, amo todos vocês tias, tios, primas, meus queridos avós Maria Leonor, Almiro Pereira e minha maior saudade, que hoje é uma estrelinha minha avozinha querida Iraci, gratidão por todos vocês.

Um agradecimento especial para minha querida afilhada que é um motivo para continuar seguindo a vida para ser um exemplo de ser humano, te amo incondicionalmente. Outro agradecimento especial vai para meu melhor momento, meu porto seguro, meu aconchego, obrigado Bruno Ferreira por estar do meu lado e me apoiar e lutar ao meu lado por um futuro próspero para nós, te amo muita gratidão.

Agradeço aos meus amigos que a graduação me concebeu Diego Michel, Adriele da Silva, Fernanda de Paula, Ana Paula Valverde, Eduarda Maria, Scarlett Santos, Vinicius Lima, Jéssica Ribeiro, Lourrayne Rodrigues, Loyanny Andrezza, Jaqueline Cardoso, Max Moraes, Gabrielly Rodrigues e Ygor Ribeiro por momentos incríveis, cada momento em conjunto e individual com cada um e inesquecíveis. Obrigado por cada conselho, apoio, espontaneidade e cada sorriso compartilhado, torço um futuro próspero para vocês, gratidão.

Meus agradecimentos também ao Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas (CEPB) por me conceder o estágio durante 3 anos da minha graduação, onde fiz a parte prática do meu TCC, me concedeu momentos inesquecíveis e pelo aprendizado de todos os profissionais locais.

Enfim, quero agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Augusto da Costa Porto, desde quando eu entrei no laboratório para o estágio, sempre me auxiliou, deu conselhos, por ter aceitado me orientar, de forma atenciosa e dando conselhos, um grande sábio que me ensinou muitas coisas seja na área profissional quanto no cotidiano e ao Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro pela grande ajuda, principalmente na parte de análise estatística. Muito obrigado e gratidão por tudo!

RESUMO

Os invertebrados bentônicos são diretamente afetados pelas alterações no ambiente natural, podem ocorrer diminuições ou aumentos nas suas populações. A composição qualitativa desses invertebrados é um bom indicador das condições ambientais pois, quando submetidos a condições adversas, esses organismos se adequam ou morrem. O objetivo do trabalho foi verificar a presença de bioindicadores da qualidade da água e a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, Goiânia, Goiás. As amostras foram coletadas por coletores confeccionados com placas de Alumínio composto, Cerâmica e Madeira, medindo 20 cm por 9 cm. Cada placa foi colocada num saco de malha de PEAD com seixos e amarradas com um cabo de aço conectado num flutuador de garrafa plástica. Três pontos amostrais equidistantes foram selecionados no eixo longitudinal da represa. Em cada ponto foi colocado um conjunto de três coletores, onde permaneceram submersos sobre o fundo durante os 8 períodos de amostragem decorridos entre novembro de 2018 e outubro de 2019. Os espécimes coletados foram identificados, quantificados, catalogados e depositados no Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas da PUC Goiás. A comunidade de invertebrados bentônicos foi bastante abundante e heterogênea, com o total de 4.505 organismos distribuídos em 18 táxons. Os táxons com maior abundância foram Enoplida, Chironomidae, Naididae e Cladocera. A sazonalidade teve influência significativa apenas na riqueza de táxons devido presença de organismos indicadores de ecossistemas aquáticos com baixo grau de antropização, durante a estação chuvosa. O método de amostragem com os coletores artificiais Madeira, Cerâmica e Alumínio foi eficiente e os três tipos não apresentaram diferenças significativas na abundância e na riqueza de táxons coletados.

Palavras chave: Limnologia, Invertebrados bentônicos, Coletores artificiais, Cerrado.

ABSTRACT

As benthic invertebrates are directly affected by changes in the natural environment of aquatic ecosystems, decreases or increases in their populations may occur. The qualitative composition of these invertebrates is a good indicator of environmental conditions because, when subjected to adverse conditions, these organisms adapt or die. The objective of the work was to verify the presence of bioindicators of water quality and the structure of the benthic invertebrate community in the São Nicolau stream dam on Campus II of PUC Goiás, Goiânia, Goiás. Collectors were made with plates of: composite aluminum, ceramic and wood measuring 20 cm by 9 cm. Each plate was placed in a HDPE mesh bag with pebbles and tied with a steel cable connected to a pet bottle float. Three equidistant sampling points were selected along the longitudinal axis at the São Nicolau stream dam on Campus II of PUC Goiás, Goiânia-GO. At each point, a set of three collectors was placed, where they remained submerged in the dam totaling 8 sample periods between November 2018 and October 2019. The collected specimens were identified, quantified, cataloged and deposited at the Center for Biological Studies and Research at PUC Goiás. In total, 4,505 organisms were collected, distributed in 18 taxons. The representative taxa were Enoplida, Chironomidae, Chaetogaster and Cladocera. The benthic invertebrate community was characterized by being quite heterogeneous. The sampling method for this community using artificial collectors was efficient. Seasonality had a significant influence only on its wealth due to the colonization of organisms typical of aquatic ecosystems with a low degree of anthropization.

Keywords: Benthic invertebrates, Limnology, Cerrado, Artificial collectors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Goiânia em Goiás e no Brasil.....	7
Figura 2: Localização dos três pontos amostrais na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.	8
Figura 3: Equipamentos para as medições dos parâmetros físico-químicos da água, utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia-GO.....	11
Figura 4: Os tipos de substratos artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica utilizados para confeccionar os conjuntos de coletores utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia-GO.....	12
Figura 5: Conjunto de coletores com substrato artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica, utilizados para amostragem na comunidade de invertebrados bentônicos na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.....	13
Figura 6: Pontos amostrais equidistantes ao longo do eixo longitudinal da represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás em Goiânia-GO.....	14
Figura 7: Vasilha para acondicionar os coletores com substratos artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica utilizados para confeccionar os conjuntos de coletores utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.....	15
Figura 8: Dados sobre precipitação pluviométrica na cidade de Goiânia-GO entre novembro de 2018 e outubro de 2019.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Datas de início e fim de cada período de amostragem, no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO...	9
Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos registrados <i>in situ</i> em cada período de amostragem, na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás em Goiânia - GO.....	19
Tabela 3: Número de organismos de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante primeiro período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.....	21
Tabela 4: Número de organismos de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor nos três pontos amostrais, durante o segundo período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.....	23
Tabela 5: Número de organismo de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante o terceiro período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC-Goiás em Goiânia- GO.....	25
Tabela 6: Número de organismo de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante o quarto período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia-GO.....	27
Tabela 7: Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos (abundância e riqueza) nas estações chuvosa e de estiagem, na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.....	29
Tabela 8: Abundância e riqueza totais para cada tipo de coletor (M, C e A), durante as estações chuvosa e de estiagem, na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.....	30

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	6
3.2 AMOSTRAGEM	7
3.2.1 PONTOS AMOSTRAIS	7
3.2.2 AMOSTRAGEM	7
3.2.3 DADOS METEOROLÓGICOS	8
3.2.4 PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS DA ÁGUA.....	8
3.2.5 COLETA DE INVERTEBRADOS BÊNTONICOS.....	10
3.2.5.1 CONFEÇÃO DOS COLETORES	11
3.2.5.2 CONJUNTO DE COLETORES	12
3.2.5.3 DISPOSIÇÃO DOS COLETORES NA REPRESA	13
3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAIS	14
3.4 TRIAGEM, IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO.....	14
3.5 ANÁLISE DE DADOS.....	15
4. RESULTADOS	17
4.1 DADOS METEREÓLOGICOS.....	17
4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	18

4.3 COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS.....	19
4.3.1 PRIMEIRO PERÍODO DE AMOSTRAGEM	19
4.3.2 SEGUNDO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	21
4.3.3 TERCEIRO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	23
4.3.4 QUARTO PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	25
4.4 ORGANISMOS INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA	27
4.5 ESTRUTURA DA COMUNIDADE	28
5. DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas de águas continentais os organismos estão presentes nas comunidades planctônica, neustônica, pleustônica, nectônica e bentônica. Entre essas, a comunidade bentônica compreende organismos que passam toda vida ou uma parte dos seus ciclos de vida fixos ou não no substrato de ambientes aquáticos, sendo abundantes de acordo com seus ciclos de vida e de suas adaptações ao ecossistema. Os organismos bentônicos podem ser denominados de fitobentos (vegetais) e zoobentos, que compreende vários filios de animais invertebrados e vertebrados (algumas espécies de peixes) (ESTEVES, 1998; TUNDISI; TUNDISI, 2008; MUGNAI *et al.*, 2010).

Os principais representantes da comunidade de invertebrados bentônicos pertencem aos filios Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Rotifera, Ectoprocta (Bryozoa), Anellida, Mollusca e Arthropoda (Subfilios Crustacea e Hexopoda). No subfilio Hexopoda a Classe Insecta abrange principalmente as formas imaturas, larvas e ninfas das ordens Diptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata entre outras (ESTEVES, 1998; HEPP; RESTELLO, 2007).

Os invertebrados bentônicos ocorrem com alta diversidade de espécies em quase todos os tipos de habitats nos ambientes de água doce e sob diferentes condições ambientais associada aos mais diversos tipos de substratos orgânicos e inorgânicos e compõem uma importante comunidade nos ambientes lênticos e lóticos (ESTEVES, 1998; GOULART; CALLISTO, 2003; CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005; TUNDISI; TUNDISI, 2008; TANIWAKI; SMITH, 2011; NEGRÃO; CUNHA, 2019).

A comunidade de invertebrados bentônicos possui importância no fluxo de energia, na ciclagem de nutrientes, no processo de decomposição de matéria orgânica, na cadeia alimentar de outros organismos aquáticos principalmente peixes e também na liberação de nutrientes do sedimento para a coluna d'água, através do biorrevolvimento (ESTEVES, 1998).

Algumas espécies de invertebrados bentônicos são apontadas como excelentes bioindicadores devido as características evolutivas em função de seus habitats e dos limites de tolerância às alterações nas condições ambientais, a ampla distribuição geográfica, a alta abundância, a facilidade de coleta, a baixa variabilidade genética e ecológica, ao grande tamanho, a baixa mobilidade, ao longo ciclo de vida, as características ecológicas bem conhecidas e a possibilidade de uso nos estudos em laboratório (JOHNSON *et al.*, 1993; CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005; FERNANDES, 2007; TANIWAKI; SMITH, 2011).

O termo “Bioindicadores” é também referenciado na legislação que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9433/97), sendo um de seus preceitos o equilíbrio ecológico aquático, informando sobre a importância das comunidades biológicas para a manutenção da qualidade dos ecossistemas aquáticos (TANIWAKI; SMITH, 2011).

A presença de bioindicadores juntamente com os parâmetros físico-químicos da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, teores totais e dissolvidos de nutrientes, etc) são utilizados na avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por alterações nas condições ambientais (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005; FERNANDES, 2007; TANIWAKI; SMITH, 2011; CEOLI; AGUIAR JÚNIOR, 2017).

Os invertebrados bentônicos diferem entre si, em relação à poluição orgânica, desde organismos sensíveis, típicos de ambientes com água de boa qualidade, como os representantes da classe Insecta (ninfas de Plecoptera e larvas de Trichoptera); organismos tolerantes, como os insetos das ordens Diptera, Megaloptera, Heteroptera, Coleoptera, Odonata e Ephemeroptera da família Baetidae, molusco da classe Bivalvia e alguns crustáceos (Amphipoda, Cladocera e Copepoda); e até os organismos resistentes como insetos da ordem Diptera (Chironomidae), Mollusca (Gastropoda pulmonados) e do filo Annelida a Ordem Tubificida, que correm em locais poluídos geralmente com baixa diversidade de espécies e elevada densidade desse organismos (CALLISTO; MORETTI; GOULAT, 2001; GOULART; CALLISTO, 2003; RIBEIRO; UIEDA, 2005).

Como os invertebrados bentônicos são diretamente afetados pelas alterações nos ecossistemas aquáticos, podem ocorrer variações nas suas populações. A

composição qualitativa desses invertebrados é um bom indicador das condições ambientais pois, quando submetidos a condições adversas, esses organismos se adaptam ou morrem. Exemplo disso são as larvas de Chironomidae, apontados como indicadores da má qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, essas larvas são geralmente mais permanentes no ambiente alterado, pois resistem as baixas concentrações de oxigênio dissolvido e vivem de algumas semanas a até alguns meses no sedimento (CHAGAS *et al.*, 2017).

No trabalho de Ribeiro e Uieda (2005), em um ambiente alterado pela atividade humana, os organismos da Ordem Diptera representaram 66% da abundância total de macroinvertebrados, porém na estação chuvosa ocorreu dominância de Ephemeroptera-Baetidae e da Ordem Tubificida na estação de seca.

Já no estudo de Silva *et al.* (2007) os resultados obtidos, provavelmente estejam relacionados com as densidades dos organismos amostrados, pois os organismos das famílias Naididae e Chironomidae representaram 98,04% da fauna amostrada. Estes organismos são considerados resistentes a poluição, e, portanto, servem como indicadores de má qualidade da água do ecossistema em estudo.

No trabalho de Piedras *et al.* (2006), realizado na barragem Santa Barbara em Pelotas - RS foram utilizados macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água. A alta abundância de organismos da Ordem Tubificida foi relacionada com baixa concentração de oxigênio dissolvido e mencionada como indicadora de uma situação de anoxia.

Estudos com o monitoramento biológico de macroinvertebrados bentônicos são realizados devido a vasta distribuição nos corpos hídricos, pelo fato de serem sensíveis à poluição e às alterações do hábitat como também suas populações tendem a desaparecer assim que ocorrem modificações no ambiente, porém alguns táxons resistentes as más condições ambientais podem manter suas populações em condições adversas (HEPP; RESTELLO, 2007).

Para a amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é necessário metodologia apropriada ao tipo de ecossistema aquático. Assim metodologia utilizada para amostragem em riachos é diferente daquela usada na

região da foz dos rios, uma vez que as condições hidrológicas são distintas (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004).

Assim o tipo de coletor irá variar de acordo com o ambiente estudado. Os principais amostradores da comunidade de invertebrados bentônicos são dragas do tipo busca-fundo (PAMPLIM; ALMEIDA; ROCHA, 2006), súber (GIULIATTI; CARVALHO, 2009) e coletores artificiais (BARROS, 2019; SILVA, 2020).

Amostragens com coletores artificiais vem sendo largamente empregados em vários ecossistemas de águas continentais, entretanto para ambientes lênticos: lagos, represa e açudes ainda não são amplamente utilizados, mas já foram utilizados em tanques de piscicultura (SILVA *et. al*, 2017) e em represa (BARROS, 2019; SILVA 2020).

O trabalho foi conduzido, na represa do córrego São Nicolau no Campus II da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), utilizando coletores com substratos artificiais, para verificar a presença de bioindicadores da qualidade da água e a estrutura da comunidade invertebrados bentônicos nas estações chuvosa e de estiagem.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos e a eficiência de coletores com substratos artificiais na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, Goiânia, Goiás.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar e quantificar os táxons dos organismos amostrados na comunidade invertebrados bentônicos nas estações chuvosa e de estiagem;
- Reconhecer os táxons dessa comunidade que podem ser indicadores de qualidade de água;
- Avaliar a abundância e a diversidade nas estações chuvosa e de estiagem;
- Testar o método de amostragem dos coletores com substratos artificiais de madeira, cerâmica e alumínio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no município de Goiânia-GO (Figura1), na represa do córrego São Nicolau, no Campus II da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) localizado no bairro Jardim Marilizia em Goiânia – GO. Essa represa está localizado entre as latitudes 16°44'08,78" e 16°44'13,18" Sul e entre as longitudes 49°12'50,15" e 49°12'53,46" Oeste e sua elevação em relação ao nível do mar é de 770m (GOOGLE EARTH, 2018). O córrego São Nicolau, está na bacia do rio Meia Ponte, o qual no estado de Goiás é um dos principais afluentes do rio Paranaíba, que pertence a bacia hidrográfica do rio Paraná (CARDOSO *et al.*, 2012).

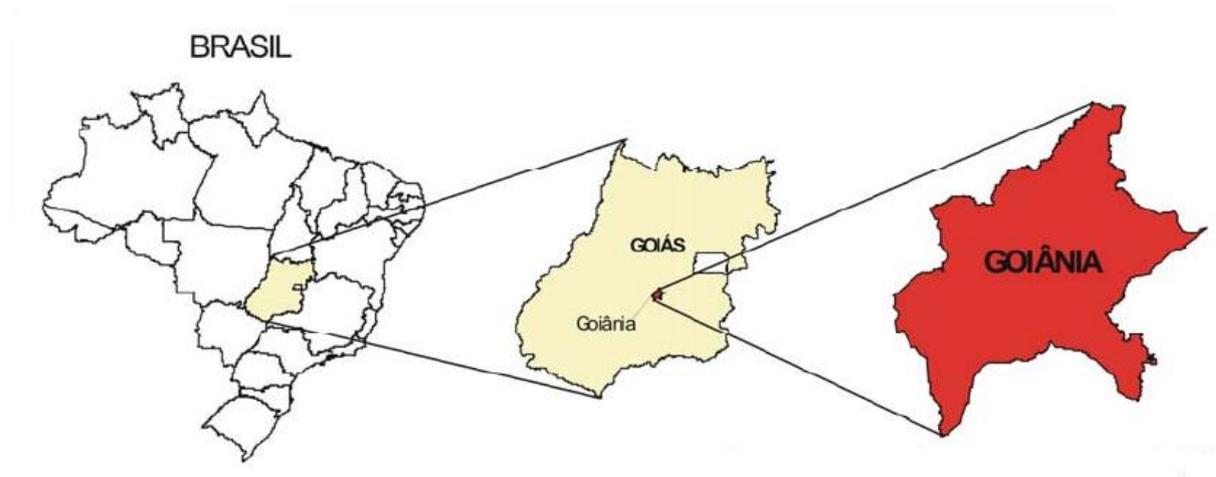


Figura 1: Localização do município de Goiânia em Goiás e no Brasil.

Fonte: www.ibge.gov.br

Em Goiás o clima é predominantemente tropical semiúmido ocorrendo cerca de 95% das chuvas entre os meses de outubro a abril (estação chuvosa) e entre os meses de maio a setembro ocorre as menores pluviosidades (estação de estiagem). As temperaturas médias registradas anualmente variam entre 23°C ao Norte e 20°C Sul. (SILVA *et al.*, 2011; FARIAS, 2012).

3.2 AMOSTRAGEM

3.2.1 PONTOS AMOSTRAIS

Nessa represa do córrego São Nicolau, foram distribuídos três pontos amostrais equidistantes (P1, P2 e P3), ao longo do eixo longitudinal da represa (Figura 2). Em cada um ponto amostral e em cada período amostral foram medidos os parâmetros físico-químicos da água e colocado um conjunto de coletores com substratos artificiais.

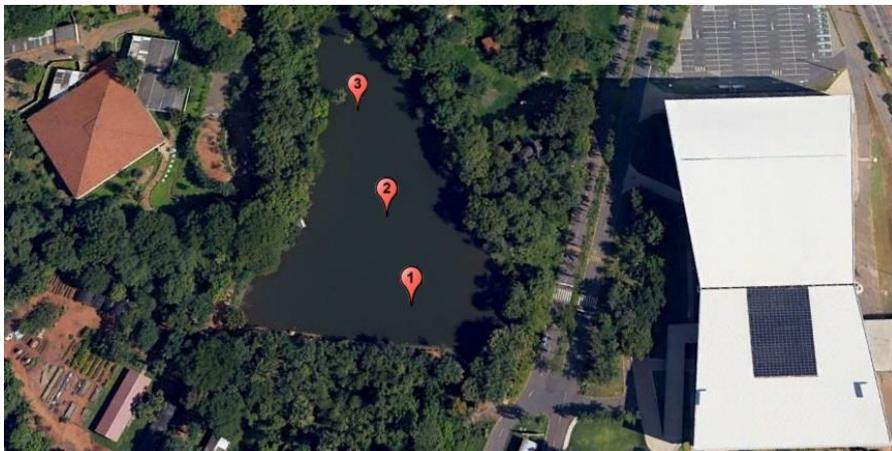


Figura 2: Localização dos três pontos amostrais na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.

Fonte: Google Earth Pro.

3.2.2 AMOSTRAGEM

A amostragem correu durante 11 meses, entre novembro de 2018 e outubro de 2019, com o total de 4 períodos de amostragem (Tabela 1). Nesse intervalo, os períodos de amostragem transcorreram na estação chuvosa entre novembro de 2018 e fevereiro de 2019 e na estação de estiagem entre junho e outubro de 2019.

Tabela 1: Datas de início e fim de cada período de amostragem, no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.

Períodos de Amostragem	Intervalo de tempo	Estação	Nº dias em cada amostragem
1º	20 novembro 2018 à 19 de dezembro 2018	Chuvosa	29
2º	19 dezembro 2018 à 25 de fevereiro 2019	Chuvosa	66
3º	25 junho 2019 à 27 de agosto 2019	Estiagem	62
4º	27 agosto 2019 à 22 de outubro 2019	Estiagem	43

3.2.3 DADOS METEOROLÓGICOS

A caracterização das estações chuvosa e de estiagem em Goiânia, ocorreu com os dados de precipitação pluviométrica entre os meses de novembro de 2018 até outubro de 2019, obtidos por meio da consulta no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BRASIL, 2020).

3.2.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

No início e término de cada período de amostragem e nos três pontos amostrais foram mensurados *in situ* os parâmetros: temperatura da água, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT), pH, oxigênio dissolvido (OD), profundidade e transparência. Os valores obtidos foram anotados no caderno de campo, juntamente com o período de amostragem, horário e ponto amostral.

Para medir a transparência da água, foi utilizado um disco de Secchi (Figura 3, A) com 30 cm diâmetro e preso numa fita métrica. A medição correu com posicionamento do disco na superfície da coluna d'água, o qual foi afundando até ocorrer o total desaparecimento e a medida da profundidade de desaparecimento anotada, sucessivamente o disco foi içado até sua completa visualização e a profundidade de reaparecimento anotada. A média das duas medidas resultou no valor da transparência. A profundidade foi medida com um prumo, sendo solto aos

poucos até chegar ao fundo da represa, sucessivamente com uma fita métrica foi medido o valor da profundidade (Figura 3, B).

Para medir os parâmetros condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (STD) e temperatura foi utilizado um condutivímetro portátil (Figura 3, C), submergindo os elétrodos, após um curto tempo para estabilização, os valores mostrados no display foram devidamente anotados.

Os valores dos parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e pH foram obtidos com *kit* de medição para aquários (Figura 3 C), para medir o pH uma pequena amostra de água foi coletada com recipiente apropriado, adicionado o reagente, amostra foi agitada, a cor da amostra de água foi comparada com da tabela de cores das faixas de pH e o valor correspondente para amostra foi anotado. Para se obter o valor de OD uma amostra de água do local foi coletada com um frasco apropriado, os reagentes foram adicionados, amostra foi homogeneizada, após 5 minutos de repouso na ausência de luz, a amostra apresentava uma determinada coloração. Essa cor foi comparada com as cores da tabela e o valor de correspondente foi anotado. Os valores obtidos para esses parâmetros foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução 357 de 2005 do CONAMA para água de classe 3 (BRASIL, 2005).

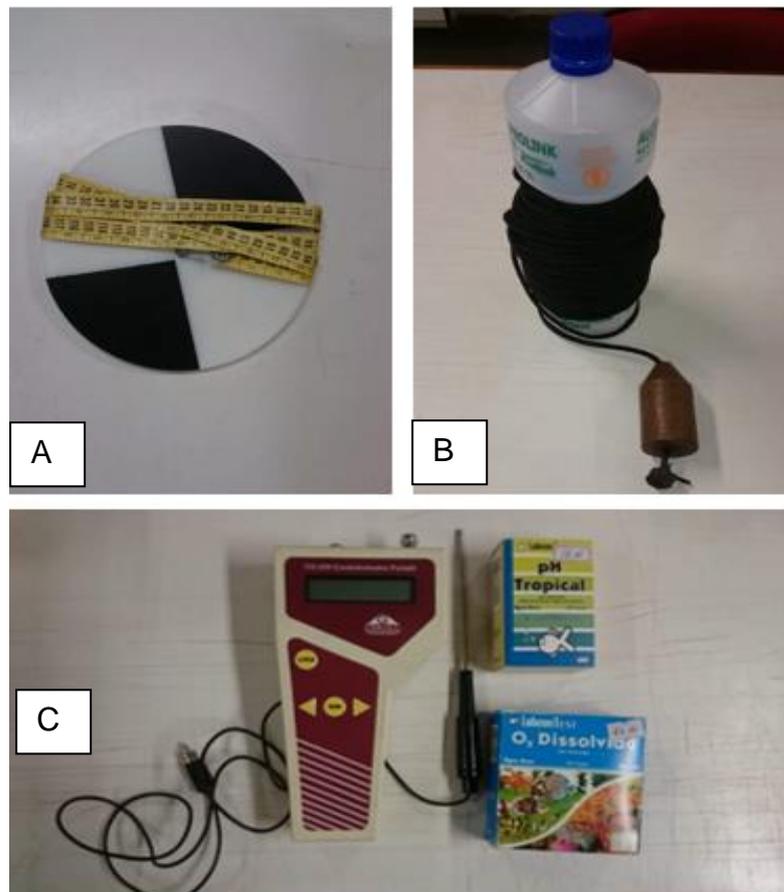


Figura 3: Equipamentos para as medições dos parâmetros físico-químicos da água, utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia-GO.

(A) Disco de Secchi, (B) prumo e (C) condutivímetro e *kits* de medição pH e OD

Fonte: acervo pessoal.

3.2.5 COLETA DE INVERTEBRADOS BÊNTONICOS

Amostras na comunidade de invertebrados bentônicos foram obtidas por meio da disposição de um conjunto de coletores com os três substratos artificiais em cada ponto amostral, durante cada período de amostragem de 60 (sessenta) dias, que totalizando 36 coletores nos 11 meses de amostragens.

3.2.5.1 CONFECÇÃO DOS COLETORES

Os coletores foram confeccionados com três tipos diferentes de substratos artificiais utilizando os materiais alumínio composto (A), cerâmica (C) e madeira (M). Todos substratos medindo 9cm de largura e 20cm de comprimento, cada substrato foi colocado num saquinho de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), contendo seixos, para funcionar como lastros junto aos substratos com menores densidades (A e M), para eles permanecerem submersos sobre o fundo da represa (Figura 4).



Figura 4: Os tipos de substratos artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica utilizados para confeccionar os conjuntos de coletores utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.

Fonte: Acervo pessoal.

3.2.5.2 CONJUNTO DE COLETORES

Para montar cada conjunto de coletores, os substratos artificiais (A, C e M), foram amarrados com cabo de aço de 2mm revestido com PVC (Policloreto de Vinila), o qual foi preso com um conector de fios, num flutuador confeccionado com uma garrafa de plástico vazia (Figura 5).



Figura 5: Conjunto de coletores com substrato artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica, utilizados para amostragem na comunidade de invertebrados bentônicos na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia-GO.

Fonte: Acervo pessoal.

3.2.5.3 DISPOSIÇÃO DOS COLETORES NA REPRESA

Para acesso aos pontos de amostragem (Figura 6) e disposição dos três conjuntos de coletores foi usada uma canoa. Os três conjuntos de coletores permaneceram dispostos sobre o substrato de fundo da represa, ao longo do período de amostragem, ao final desse período foram retirados e imediatamente substituídos por outros três conjuntos de coletores, para dar início ao novo período de amostragem.



Figura 6: Pontos amostrais equidistantes ao longo do eixo longitudinal da represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás em Goiânia-GO.

Fonte: Acervo pessoal.

3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAIS

Ao final de cada período de amostragem os três conjuntos de coletores foram recolhidos e os substratos artificiais de cada ponto foram acondicionados separadamente em vasilhas plásticas (Figura 7) com água da própria represa, com a identificação de cada ponto e o tipo de substrato. Todos coletores foram transportados até o Laboratório de Macroinvertebrados Bentônicos no Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas (CEPB) da PUC Goiás.



Figura 7: Vasilha para acondicionar os coletores com substratos artificiais (M) madeira, (A) alumínio, (C) cerâmica utilizados para confeccionar os conjuntos de coletores utilizados no estudo realizado na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás, em Goiânia- GO.

Fonte: Acervo pessoal.

No laboratório os coletores foram lavados em água corrente e o material coletado foi retido numa peneira com malha de 85 μm , os organismos retidos na peneira foram acondicionados em frascos plásticos, devidamente etiquetado com os dados da amostragem, contendo uma solução de formol a 4% e 10g de corante rosa bengala.

3.4 TRIAGEM, IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO

A triagem consistiu na separação dos organismos coletados e teve início com a retirada de pequenas porções de cada amostra fixada e corada, com uma pipeta de Pasteur, as quais foram colocadas em placa Petri e sob um microscópio estereoscópio

(lupa) os espécimes foram separados de acordo com os grupos taxonômicos aos quais pertencem.

A identificação dos grupos taxonômicos até o nível de ordem ocorreu consultando bibliografia para a identificação de macroinvertebrados bentônicos (MUGNAI *et al.*, 2010) conjuntamente os organismos foram quantificados, dispostos em pequenos frascos *injeplast* J30 contendo solução formol a 4%, e devidamente etiquetados com os dados de coleta e o seu táxon. Todos os organismos triados após todo o processo metodológico foram depositados na coleção do CEPB da PUC Goiás no laboratório de macroinvertebrados bentônicos.

Os dados obtidos na triagem foram anotados em uma caderneta e organizados com número do período de amostragem, ponto amostral, tipo de substrato artificial e quantidade de organismos encontrados em cada táxon. Posteriormente esses dados foram lançados em uma planilha Excel, para cada período de amostragem.

3.5 ANALÍSE DE DADOS

Para avaliar a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos foram estimados a abundância e a riqueza de táxons e calculado o índice de Shannon-Wiener (H') nas estações chuvosa e de estiagem.

A abundância foi obtida por meio da contagem de número de organismos coletados em cada tipo de substrato em cada ponto amostral e durante cada período de amostragem e assim também para a riqueza de táxons. Os valores da abundância e riqueza foram agrupados por estação chuvosa (períodos de amostragem 1 e 2) e estação de estiagem (períodos de amostragem 3 e 4), para calcular o índice de diversidade.

O índice de Shannon-Wiener (H'), foi calculado para medir a diversidade em dados categóricos, para as estações chuvosa e de estiagem. Esse índice valoriza a abundância proporcional das espécies enfatizando a riqueza e homogeneidade nas as estações (BUENO; BOND-BUCKUP; FERREIRA, 2003).

$$H' = \frac{\left[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

FÓRMULA DO H':

em que:

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

S = número de espécies amostradas;

\ln = logaritmo de base neperiana (e).

Os valores obtidos neste índice demonstram a diversidade de invertebrados bentônicos expressando a riqueza e uniformidade, deste modo quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da comunidade em estudo.

Foi utilizado o teste de ANOVA a dois fatores (Two-way ANOVA) para comparar diversidade dos organismos entre as estações chuvosa e de estiagem e também comparar a abundância e riqueza com os diferentes tipos de substratos artificiais em cada estação.

4. RESULTADOS

A comunidade de invertebrados bentônicos, da represa do córrego São Nicolau, apresentou abundância total de 4.505 organismos compreendidos em 18 táxons, durante os 11 meses de amostragem, entre novembro de 2018 e outubro de 2019 com o total de quatro períodos de amostragem. Desses quatro períodos, dois transcorreram na estação chuvosa, entre novembro de 2018 e fevereiro de 2019 e os outros dois na estação de estiagem, entre junho e outubro de 2019.

A estrutura da comunidade mostrou pouca diferença entre as estações chuvosa e de estiagem. Na estação chuvosa a abundância foi de 2.390 organismos e a riqueza de 18 táxons, na estação de estiagem a abundância foi de 2.115 organismos e a riqueza de 13 táxons.

4.1 DADOS METEREÓLOGICOS

Os dados sobre as precipitações mensais totais na cidade de Goiânia, durante os quatro períodos de amostragem, evidenciam claramente as estações chuvosas e de estiagem no bioma Cerrado. Os maiores valores de precipitações ocorreram nos meses de novembro de 2018 e fevereiro de 2019, durante a estação chuvosa e os menores valores foram registrados entre os meses de junho a agosto de 2019, durante a estação de estiagem (Figura 8).

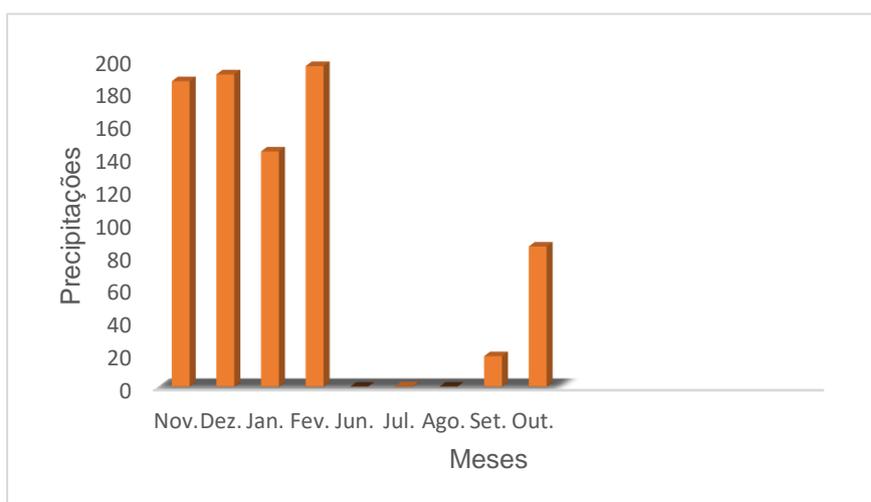


Figura 8: Dados sobre precipitação pluviométrica na cidade de Goiânia-GO entre novembro de 2018 e outubro de 2019.

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

As médias dos valores dos parâmetros físico-químicos medidos na água da represa do córrego São Nicolau (Tabela 2), nos quatro períodos de amostragem, demonstram que ocorreram variações entre as estações chuvosa e de estiagem. Quando se compara as médias desses parâmetros da estação chuvosa com as médias da estação de estiagem, se verifica que a transparência (Trans) e a temperatura (Temp) foram maiores na estação chuvosa, enquanto que a condutividade elétrica (CE) teve médias menores. Já nos parâmetros sólidos totais dissolvidos (STD), o pH e o oxigênio dissolvido (OD), não houve um padrão nítido de variação entre as estações chuvosa e de estiagem, porém as médias desses parâmetros ficaram dentro dos limites preconizados na Resolução 357 de 2005 do CONAMA.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos registrados *in situ* em cada período de amostragem, na represa do córrego São Nicolau no Campus II da PUC Goiás em Goiânia - GO.

Estação	Chuvosa		Estiagem		CONAMA
	1º	2º	3º	4º	
Período de amostragem					
Parâmetros					
Prof. (m)	2,2	2	2,1	2	NR
Trans. (cm)	80,2	62,6	42,6	22,5	NR
Temp. (°C)	29,5	27	21,6	25,6	NR
CE (µS)	75,9	80,9	85,3	89,1	NR
STD (ppm)	48,6	51,6	48	57	500
pH	6,9	7	6,7	7,5	6,0 a 9,0
OD (mg/l)	8	10	6,6	9	>4

NR = não referenciado na Resolução 357 de 2005 do CONAMA

4.3 COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS

4.3.1 PRIMEIRO PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O primeiro período de amostragem ocorreu durante a estação chuvosa com início no dia 20 de novembro de 2018, quando os três conjuntos de coletores foram colocados e término com a retirada desses coletores no dia 19 de dezembro de 2018. A riqueza registrada foi de 18 táxons e abundância de 1.572 organismos, coletados nos 3 pontos amostrais (Tabela 3). No ponto 2 ocorreu a maior abundância com 1.012 organismos distribuídos em 15 táxons, em seguida vem o ponto 3 com abundância de 452 e a riqueza de 16 táxons e depois o ponto 1 com 108 espécimes e 9 táxons. Nesse primeiro período os coletores com as maiores abundâncias e riquezas foram: no ponto 1 coletor (C) com 55 organismos em 8 táxons, no ponto 2 o coletor (M) com 713 organismos em 15 táxons e no ponto 3 o coletor (M) com 219 organismos em 15 táxons.

Nos 3 pontos amostrais as maiores abundâncias foram nos representantes do filo Nematoda da ordem Enoplida com 430 exemplares, seguidos pelos organismos do filo Arthropoda com 415 exemplares da família Chironomidae e 220 da subordem Cladocera e no filo Annelida o gênero *Chaetogaster* com 183 exemplares. Os representantes da ordem Enoplida tiveram maior abundância no ponto 2 coletor (M) com 244 exemplares; os da família Chironomidae no ponto 3 coletor (C) com 115 indivíduos; os da subordem Cladocera no ponto 2 coletor (M) com 185 organismos e os do gênero *Chaetogaster* no ponto 2 no coletor (M) com 129 exemplares.

Tabela 3: Número de organismos de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante primeiro período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.

Pontos amostrais	1			2			3					
Tipo de coletor	M	C	A	M	C	A	M	C	A			
Táxons\Número	N1			N2			N3					
Filo Arthropoda												
Subfilo Hexapoda												
Classe Insecta												
Ordem Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Ordem Ephemeroptera	0	0	0	1	0	0	1	1	4	2	7	
Ordem Trichoptera	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1		
Ordem Diptera												
Família Chironomidae	20	9	14	43	72	27	26	125	108	115	24	247
Família Chaoboridae	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1
Família Culicidae	1	1	0	2	1	1	1	3	2	1	2	5
Subfilo Crustacea												
Classe Maxillopoda												
Subclasse Ostracoda												
Ordem Podocopida	0	1	0	1	20	4	3	27	25	28	3	56
Subclasse Copepoda												
Ordem Calanoida	0	2	1	3	2	2	0	4	1	0	4	5
Ordem Cyclopoida	0	0	0	4	4	2	0	6	48	4	10	62
Ordem Harpacticoida	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Náuplio	0	5	2	7	26	3	49	78	1	0	0	1
Classe Branchiopoda												
Ordem Diplostraca												
Subordem Cladocera	0	0	0	185	8	15	208	12	0	0	0	12
Filo Nematoda												
Classe Enoplea												
Ordem Enoplida	10	32	4	46	244	69	53	366	3	9	6	18
Filo Cnidaria												
Subfilo Medusozoa												
Ordem Anthoathecatea												
Família Hydridae												
Gênero <i>Hydra</i>	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0
Filo Rotifera												
Classe Monogononta												
Ordem Ploima	0	0	0	19	1	1	21	1	2	1	4	4
Filo Annelida												
Classe Clitellata	0	0	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4
Subclasse Lumbriculata												
Ordem Hirudinida	1	0	0	1	0	0	0	14	0	0	0	14
Subclasse Tubificata												
Ordem Tubificida												
Família Naididae												
Gênero <i>Chaetogaster</i>	0	4	0	4	129	25	8	162	3	8	3	14
Abundância	32	55	21	108	713	142	157	1012	219	177	56	452
Riqueza	4	8	4	9	15	10	9	15	12	11	10	16

M= madeira; C= cerâmica; A= alumínio; N1= abundância total; N2= abundância total; N3 abundância total.

4.3.2 SEGUNDO PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O segundo período de amostragem iniciou no dia 19 de dezembro de 2019 no e terminou no dia 25 de fevereiro de 2019, durante a estação chuvosa. Os organismos coletados nos 3 pontos amostrais (Tabela 4) apresentaram a riqueza de 14 táxons e a abundância de 818 exemplares. No ponto 3 ocorreu a maior abundância com 322 espécimes distribuídos em 13 táxons, seguido pelo ponto 1 com 261 organismos e a riqueza de 10 táxons, no ponto 2 com abundância de 235 e riqueza de 11 táxons. No ponto 1 a maior abundância ocorreu no coletor (M) com 158 organismos, no ponto 2 o coletor (C) com 94 e no ponto 3 no coletor (M) com 210. No segundo período os coletores com as maiores abundâncias e riquezas no ponto 1 foi o coletor (M) com 158 organismos e 7 táxons, no ponto 2 o coletor (C) com 94 organismos e 9 táxons e no ponto 3 o coletor (M) com 210 organismos e 13 táxons.

Dentre os 3 pontos amostrais os organismos com maiores abundâncias foram da ordem Enoptida com 328 organismos, seguidos da família Chironomidae com 216 é o gênero *Chaetogaster* com 94 organismos. Os representantes da ordem Enoptida foram mais abundantes no ponto1 coletor (M) com 100 exemplares; os da família Chironomidae no ponto 3 coletor (M) com 95 organismos e os gênero *Chaetogaster* no ponto 1 substrato (M) com 52 organismos e no ponto 3 substrato (M) com 52 organismos.

Tabela 4: Número de organismos de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor nos três pontos amostrais, durante o segundo período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.

Ponto amostral	1			2			3					
	M	C	A	M	C	A	M	C	A			
Táxons\Número	N1			N2			N3					
Filo Arthropoda												
Subfilo Hexapoda												
Classe Insecta												
Ordem												
Ephemeroptera	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	
Ordem Trichoptera	0	0	0		0	0	0	1	0	0	1	
Ordem Diptera												
Família												
Chironomidae	22	5	5	32	12	16	31	59	95	5	25	125
Família Culicidae	1	0	0	1	4	0	1	5	2	1	1	4
Subfilo Crustacea												
Classe Maxillopoda												
Subclasse Ostracoda												
Ordem Podocopida	0	0	1	1	0	0	0		12	1	1	14
Subclasse Copepoda												
Ordem Calanoida	0	0	0		0	1	1	2	1	0	0	1
Ordem Cyclopoida	0	0	0		0	1	0	1	5	0	1	6
Náuplio	0	6	0	6	8	5	0	13	2	8	28	38
Classe Branchiopoda												
Ordem Diplostraca												
Subordem Cladocera	0	0	0		0	1	2	3	10	0	1	11
Filo Nematoda												
Classe Enoplea												
Ordem Enoplida	100	37	40	177	26	55	39	120	14	8	9	31
Filo Rotifera												
Classe Monogononta												
Ordem Ploima	1	3	0	4	0	8	0	8	3	8	8	19
Filo Annelida												
Classe Clitellata	18	1	1	20	0	1	1	2	12	1	0	13
Subclasse												
Lumbriculata												
Ordem Hirudinida	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0	0	
Subclasse Tubificata												
Ordem Tubificida												
Família Naididae												
Gênero <i>Chaetogaster</i>	15	0	3	18	1	6	12	19	52	1	4	57
Abundância	158	52	51	261	51	94	90	235	210	33	79	322
Riqueza	7	5	6	10	5	9	8	11	13	8	10	13

M= madeira; C= cerâmica; A= alumínio; N1= abundância total; N2= abundância total; N3 abundância total.

4.3.3 TERCEIRO PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O terceiro período de amostragem teve início no dia 25 de junho de 2019 e término no dia 27 de agosto de 2019, durante a estação estiagem. Os organismos coletados no terceiro período de amostragem foram registrados na Tabela 5 contabilizando a abundância total de 829 organismos e a riqueza de 12 táxons. O ponto 1 mostrou a maior abundância com 476 exemplares em 9 táxons, em seguida o ponto 2 com abundância de 269 organismos em 10 táxons e o ponto 3 apresentou abundância de 85 organismos e riqueza de 10 táxons. No terceiro período os coletores com as maiores abundâncias e riquezas no ponto 1 foi o coletor (M) com 248 organismos e 7 táxons, no ponto 2 o coletor (A) com 169 organismos e 7 táxons e no ponto 3 o coletor (M) com 51 organismos e 7 táxons.

Dentre os 3 pontos amostrais os organismos que apresentaram maiores abundâncias foram os representantes da ordem Enoptera com 713 exemplares, a família Chironomidae apresentou-se com 46 e os 30 náuplios. Os organismos da ordem Enoptera apresentaram maior abundância no ponto 1 coletor (M) com 228; os da família Chironomidae apresentou uma maior abundância no ponto 2 coletor (A) com 10 organismos e os 10 náuplios no ponto 1 coletor (M).

Tabela 5: Número de organismo de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante o terceiro período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC-Goiás em Goiânia- GO.

Ponto amostral	1			2			3					
Tipo de coletor	M	C	A	M	C	A	M	C	A			
Táxons\Número	N1			N2			N3					
Filo Arthropoda												
Subfilo Hexapoda												
Classe Insecta												
Ordem Ephemeroptera	0	0	1	1	0	0	1	1	3	0	2	5
Ordem Diptera												
Família Chironomidae	4	2	8	14	9	2	10	21	7	0	4	11
Família Culicidae	0	0	0		1	0	0	1	0	0	0	
Família Chaoboridae	2	0	2	4	2	1	0	3	6	0	0	6
Subfilo Crustacea												
Classe Maxillopoda												
Subclasse Ostracoda												
Ordem Podocopida	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
Subclasse Copepoda												
Ordem Calanoida	0	1	0	1	0	2	0	2	0	1	1	2
Ordem Cyclopoida	0	0	0		0	0	0		1	0	0	1
Náuplio	10	0	0	10	0	8	10	18	0	1	1	2
Classe Branchiopoda												
Ordem Diplostraca												
Subordem Cladocera	1	0	0	1	0	0	0		0	0	0	
Filo Nematoda												
Classe Enoplea												
Ordem Enoplida	228	38	174	440	33	39	145	217	32	4	20	56
Filo Rotífera												
Classe Monogononta												
Ordem Ploima	0	0	0		0	2	1	3	0	0	0	
Filo Annelida												
Classe Clitellata												
Subclasse Lumbriculata												
Ordem Hirudinida	2	1	1	4	0	0	1	1	1	0	0	1
Abundância	248	42	186	476	45	54	169	268	51	6	28	85
Riqueza	7	4	5	9	4	6	7	10	7	3	5	9

M= madeira; C= cerâmica; A= alumínio; N1= abundância total; N2= abundância total; N3 abundância total.

4.3.4 QUARTO PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O quarto período de amostragem teve início no dia 27 de agosto de 2019 no e seu término no dia 22 de outubro de 2019, durante a estação da estiagem. Os organismos coletados no quarto período de amostragem encontram-se na Tabela 6 contabilizando abundância total de 1.286 exemplares e riqueza com 9 táxons. O ponto 2 teve a maior abundância com 605 organismos distribuídos em 8 táxons seguido, do ponto 1 com 408 organismos em 6 táxons e o ponto 3 com total de 213 exemplares distribuídos em 5 táxons. No quarto período os coletores com maiores abundâncias e riquezas no ponto 1 foi o coletor (A) com 192 organismos e 2 táxons, no ponto 2 o coletor (M) com 366 organismos e 4 táxons e no ponto 3 o coletor (M) com 97 organismos e 3 táxons.

Dentre os 3 pontos amostrais os organismos com maiores abundâncias foram os representantes da ordem Enoplida com 1.191 exemplares, os da família Chaoboridae com 44 indivíduos e os da família Chironomidae com 21. Os organismos da ordem Enoplida tiveram a maior abundância no ponto 2 coletor (M) com 340 exemplares; os da família Chaoboridae no ponto 2 substrato (M) com 23 organismos e os da família Chironomidae foi mais abundante no ponto 3 coletor (M) com 5 organismos.

Tabela 6: Número de organismo de cada táxon, coletados em cada tipo de coletor (M, C, A) nos três pontos amostrais, durante o quarto período de amostragem na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.

Ponto amostral	1			2			3					
Tipo de coletor	M	C	A	M	C	A	M	C	A			
Táxons\Número	N1			N2			N3					
Filo Arthropoda												
Subfilo Hexapoda												
Classe Insecta												
Ordem Diptera												
Família Chironomidae	1	1	2	4	0	4	1	5	5	3	4	12
Família Chaoboridae	0	0	0		23	13	0	36	0	3	5	8
Subfilo Crustacea												
Classe Branchiopoda												
Ordem Diplostraca												
Subordem Cladocera	0	0	0		0	0	0		1	0	0	1
Classe Maxillopoda												
Subclasse Copepoda												
Ordem Cyclopoida	0	2	0	2	0	1	1	2	0	0	0	
Náuplio	0	7	0	7	1	0	0	1	0	0	0	
Filo Nematoda												
Classe Enoplea												
Ordem Enoplida	119	140	191	450	340	85	125	550	51	91	49	191
Filo Rotifera												
Classe Monogononta												
Ordem Ploima	1	0	0	1	2	0	0	2	0	0	1	1
Filo Annelida												
Classe Clitellata												
Subclasse												
Lumbriculata												
Ordem Hirudinida	4	0	0	4	0	2	0	2	0	0	0	
Subclasse Tubificata												
Ordem Tubificida												
Família Naididae												
Gênero <i>Chaetogaster</i>	0	0	0		0	0	7	7	0	0	0	
Abundância	125	150	193	468	366	105	134	605	57	97	59	213
Riqueza	4	4	2	6	4	5	4	8	3	3	4	5

M= madeira; C= cerâmica; A= alumínio; N1= abundância total; N2= abundância total; N3 abundância total.

4.4 ORGANISMOS INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os organismos indicadores da qualidade da água presentes na comunidade de invertebrados bentônicos, sensíveis às alterações da qualidade da água foram os representantes da classe Insecta das ordens: Ephemeroptera, Trichoptera e do filo Cnidaria a ordem Anthoathecatea, os organismos que são tolerantes foram os representantes do subfilo Crustacea da ordem Diplostraca na subordem Cladocera, a subclasse Copepoda com as ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida. Além desse também foram encontrados os organismos resistentes, como os representantes da classe Insecta na ordem Diptera das famílias Chironomidae, Chaoboridae e Culicidae, da subclasse Ostracoda ordem Podocopida e do filo Annelida nas ordens Hirudinida e Tubificida.

Os organismos indicadores de água com boa qualidade presentes na comunidade de invertebrados bentônicos, tais como Ephemeroptera apareceu nas duas estações, porém pouco abundantes. Na estação chuvosa foram encontrados 7 organismos no ponto 3, dos quais 4 ocorreram no coletor (C). Já na estação de estiagem foram encontrados 5 organismos no ponto 3, dos quais 3 ocorreram no coletor (M). A ordem Trichoptera apareceu somente na estação chuvosa, com abundância de apenas 3 organismos, sendo 1 organismo no ponto 1 e no coletor (C), 2 organismos no ponto 3 com 1 organismo no coletor (A) e 1 organismo no coletor (M). A ordem Anthoathecatea com representantes do gênero *Hydra*, foram encontrados 4 organismos apenas na estação chuvosa e no ponto 2 coletor (M). Os bioindicadores sensíveis a água de má qualidade correspondeu ao total de 25 indivíduos, que corresponde a 0,6% da abundância total.

Os organismos considerados tolerantes às alterações na qualidade da água, tais como a ordem Diplostraca da subordem Cladocera apareceram nas duas estações, na estação chuvosa foram encontrados 234 organismos, dos quais 185 organismos no ponto 2 no coletor (M) e na estação de estiagem foram encontrados apenas 2 organismos nos pontos 1 e 3 no coletor (M). A ordem Calanoida da subclasse Copepoda ocorreram nas duas estações, na estação chuvosa com 15 organismos, sendo 5 organismos no ponto 3 e no coletor (A) e na estação de estiagem com 5 organismos, sendo 2 organismos no ponto 2 e no coletor (C). A ordem Cyclopoida foram encontrados nas duas estações, na estação chuvosa foram coletados 75

organismos, sendo 48 organismos no ponto 3 e no coletor (M) e na estação de estiagem foram coletados 5 organismos, dos quais 2 no ponto 1, coletor (C). A ordem Harpacticoida foram encontrados apenas na estação chuvosa com pouca abundância, com 1 organismo no ponto 2 no coletor (M).

Os organismos considerados resistentes às alterações na qualidade da água, tiveram como representantes a ordem Diptera na família Chironomidae, que corresponderam a 15% da abundância total e da ordem Tubificida na família Naididae. Representantes da família Chironomidae ocorreram nas duas estações, embora que a maior abundância com 631 organismos na estação chuvosa e na de estiagem com total de 67 organismos coletados, sendo no primeiro período amostral no ponto 3 coletor (C) com maior abundância. Os organismos da ordem Tubificida na família Naididae foram mais abundantes na estação chuvosa, no primeiro período amostral no ponto 2 coletor (M) com o total de 129 organismos.

Merece destaque o fato dos organismos do filo Nematoda da ordem Enoplida por não serem enquadrados como indicadores de qualidade da água, os mesmos foram registrados com alta abundância, correspondendo a 60% da abundância total, nos quatro períodos de amostragem, tanto na estação chuvosa como na de estiagem. Na estação chuvosa foram coletados 758 organismos, sendo 270 encontrados no ponto 2 coletor (M) e na estação de estiagem foram coletados 1.904 organismos, sendo 340 encontrados no ponto 2 coletor (M).

4.5 ESTRUTURA DA COMUNIDADE

Nos quatro períodos de amostragem foram registradas a abundância total de 4.505 organismos e riqueza total de 18 táxons. Nesses 18 táxons ocorreram representantes do filo Arthropoda presentes no subfilo Hexopoda as ordens Coleoptera, Ephemeroptera, Tricoptera e Diptera, e no subfilo Crustacea as ordens Podocopida, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Diplostraca e náuplios; filo Nematoda – ordem Enoplida; filo Cnidaria – ordem Anthoathecatea; filo Rotifera - ordem Ploima; filo Annelida ordens Hirudinida e Tubificida.

Na estação chuvosa a abundância foi de 2.390 organismos, a riqueza de 18 táxons e o índice de diversidade de Shannon-Wiener foi $H' = 0,86$, já na estação de estiagem a abundância foi de 2.115 organismos, a riqueza de 13 táxons foi e $H' = 0,23$

(Tabela 7). De acordo com o teste de ANOVA a abundância não teve diferença significativa para as duas estações ($p > 0,05$), já na riqueza de organismos existe diferença significativa entre as estações ($p < 0,05$), provavelmente devido a maior riqueza na estação chuvosa. O teste de ANOVA para H' apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre a estação chuvosa e a de estiagem, presumindo a diferença significativa de riqueza entre as estações.

Tabela 7: Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos (abundância e riqueza) nas estações chuvosa e de estiagem, na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.

Estação	Abundância	p	Riqueza	p	(H')	p
Chuvosa	2.390	0,664	18	$p < 0,001$	0,86	0,000185
Estiagem	2.115		13		0,23	

H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

Quando se avalia a abundância e a riqueza da comunidade em função dos tipos de coletores com os substratos (M, C e A) nas estações chuvosa e de estiagem, se verifica que abundâncias de 1.383 organismos e riqueza de 17 táxons foram no coletor (M) foram maiores na estação chuvosa e abundância de 892 organismos com riqueza de 11 táxons também no coletor (M) na estação de estiagem, porém o teste de ANOVA comprovou que não há diferença significativa na abundância ($p = 0,09$) e na riqueza ($p = 0,56$) em relação aos diferentes tipos de coletores entre as estações chuvosa e de estiagem (Tabela 8).

Tabela 8: Abundância e riqueza totais para cada tipo de coletor (M, C e A), durante as estações chuvosa e de estiagem, na represa do córrego São Nicolau no campus II da PUC Goiás em Goiânia- GO.

Estação	Abundância				p	Riqueza			
	M	C	A			M	C	A	p
Chuvosa	1383	553	454		0,09	17	15	14	0,56
Estiagem	892	454	769			11	8	11	

5. DISCUSSÃO

As precipitações mensais totais na cidade de Goiânia, durante os quatro períodos de amostragem, para as estações chuvosas entre novembro e de 2018 e fevereiro de 2019 e a de estiagem entre junho e outubro de 2019, corroboraram as informações de Dias (1990) para o bioma Cerrado.

De acordo com Esteves (1998), Hepp e Restello, (2007), Tundisi e Tundisi (2008), os parâmetros físico-químicos da água afetam diretamente na composição da comunidade de invertebrados bentônicos. As médias dos parâmetros físico-químicos medidos na represa nas estações chuvosa e de estiagem, não apresentaram grandes diferenças, porém se verifica que as médias da transparência (Trans) e da temperatura (Temp) foram menores na estação de estiagem, corroborando com Silva (2020) que verificou a transparência e a mesma teve influência significativa na riqueza de organismos entre as estações.

A condutividade elétrica indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Nas regiões tropicais a condutividade está relacionada com as características geoquímicas e condições climáticas (periodicidade de precipitações) (ESTEVES, 1988, TUNDISI; TUNDISI, 2008).

As médias da CE na represa do córrego São Nicolau foram menores na estação chuvosa e segundo Esteves (1998) há distinção de valores entre as estações diferentes, pois, a condutividade elétrica muda com a sazonalidade, sendo menor no período chuvoso por causa do aumento do fator de diluição dos íons, além da influência antropológica elevar os valores da condutividade independente da sazonalidade.

Sólidos totais dissolvidos (STD) é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas na água. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (ESTEVES, 1988, TUNDISI; TUNDISI, 2008). No estudo realizado não houve um padrão nítido de variação entre as estações chuvosa

e de estiagem, porém as médias desses parâmetros foram inferiores ao limite preconizado na Resolução 357 de 2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução e o meio está ácido ($\text{pH} < 7$), alcalino ($\text{pH} > 7$) ou neutro ($\text{pH} = 7$). Cada meio tem seu próprio valor de pH. O pH da água nesse estudo não apresentou um padrão nítido de variação entre as estações chuvosa e de estiagem, porém as médias desses parâmetros ficaram dentro dos limites preconizados na Resolução 357 de 2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Oxigênio Dissolvido na água é um dos parâmetros físico-químicos mais importantes na caracterização e avaliação da qualidade da água, pois todos organismos com respiração aeróbica dependem desse gás para suas atividades metabólicas. A presença de Oxigênio nos ambientes aquáticos é proveniente da atividade fotossintetizante dos organismos produtores primários (algas e macrófitas) e da difusão na interface ar-água e as perdas estão relacionadas com a oxidação da matéria orgânica, respiração de organismos aquáticos, difusão na interface ar-água entre outros (ESTEVEZ, 1988, TUNDISI; TUNDISI, 2008)

Os níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos e durante as estações chuvosa e de estiagem mantiveram-se acima do limite mínimo para manutenção da vida aeróbica ($< 4\text{mg/l}$) estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005). Entretanto valores maiores registrados podem estar relacionados com a atividade fotossintetizante do fitoplâncton e do aumento do fluxo de água na estação chuvosa.

A comunidade de invertebrados bentônicos nos quatro períodos de amostragem na represa do córrego São Nicolau, no Campus II da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, com abundância 4.505 organismos compreendidos em 18 táxons e as características físico-químicas da água, sugerem que este ambiente ainda apresenta qualidade compatíveis com a manutenção da vida aquática.

Embora a abundância na estação chuvosa tenha sido maior do que na estação de estiagem, quando se compara a abundância da estação chuvosa com a de estiagem não houve diferença significativa, mas a riqueza maior na estação chuvosa do que na de estiagem apresentou diferença significativa, o que pode estar associado

ao aumento de fluxo da água na represa durante a estação chuvosa favorecendo o aumento da diversidade nessa estação. Informações semelhantes foram apontadas em outros trabalhos os quais relacionam alterações nesta comunidade com a qualidade do ambiente aquático (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005; RIBEIRO; UIEDA 2005; PAMPLI; ALMEIDA; ROCH, 2006; TANIWAKI; SMITH, 2011).

O valor de H' na estação chuvosa foi maior ($H' = 0,86$) do que na estação de estiagem ($H' = 0,23$), com diferença significativa entre as duas estações, o que pode estar relacionado ao aumento de fluxo da água na represa durante a estação chuvosa favorecendo a presença de maior quantidade de táxons, incluindo organismos sensíveis às alterações da qualidade da água, como Ephemeroptera, Trichoptera (CALLISTO; MORETTI; GOULAT, 2001; GOULART; CALLISTO, 2003; RIBEIRO; UIEDA, 2005) e *Hydra* sp (Anthoathecatea) que representaram uma abundância relativa a 0,6% do total de organismos e apontados em diversos estudos.

Aqueles invertebrados bentônicos considerados resistentes a má qualidade da água, como os representantes da família Chironomidae e da família Naididae ocorreram durante as estações chuvosa e de estiagem. Como mencionado por vários autores, pelo fato de serem organismos mais resistentes a poluição, resistem as baixas concentrações de oxigênio dissolvido e também grandes concentrações de matéria orgânica indicando ambiente em processo de eutrofização, (PAMPLI; ALMEIDA; ROCH, 2006; PIEDRAS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007; CHAGAS *et al.*, 2017).

No trabalho de Ribeiro e Uieda (2005) foi relatado que entre os macroinvertebrados bentônicos coletados, a família Chironomidae na ordem Diptera representou 66% da abundância total, sendo dominante nas duas estações, já no presente trabalho a família Chironomidae teve cerca de 15% de representatividade na abundância total da comunidade, os quais ocorrendo também nas duas estações.

Além dos os representantes da família Chironomidade, outros organismos indicadores de água de má qualidade também foram registrados, porém com baixa abundância como os da ordem Tubificida na família Naididae. Conforme apontado por vários autores estes organismos também são apontados como resistentes a má

qualidade da água (CALLISTO; MORETTI; GOULAT, 2001; GOULART; CALLISTO, 2003; RIBEIRO; UIEDA, 2005; BISPO *et al.*, 2006; PAMPLI; ALMEIDA; ROCH, 2006).

Os organismos do filo Nematoda da ordem Enoplida tiveram uma maior abundância, tendo uma representatividade de 60% do total de organismos coletados, que corrobora com os dados de Shimabukuro (2011), que também teve dominância de Nematoda em um dos seus locais de estudo. Informações de organismos da ordem Enoplida como indicadores da qualidade da água não foram encontradas nas publicações sobre biodindicadores da qualidade da água.

Os valores de abundância e riqueza dos organismos coletados não apresentaram diferença significativa para os tipos de coletores com substratos de Madeira (M), Cerâmica (C) e Alumínio (A) nas duas estações, eles apresentaram um baixo custo benefício, facilidade na confecção e manejo e durabilidade durante período em que ficaram submersos. Mesmo que ainda não tendo sido encontradas publicações de trabalhos que tenham utilizado esses tipos de coletores, as razões aqui apontadas sugerem eficiência desses na amostragem de invertebrados bentônicos em um ambiente aquático lântico no bioma Cerrado.

6. CONCLUSÃO

A precipitação pluviométrica demonstra claramente a existência de uma estação chuvosa entre os meses de novembro e fevereiro e uma estação de estiagem entre os meses de junho e outubro.

Os parâmetros físico-químicos, mesmo apresentando variações se mantiveram dentro dos limites estabelecidos, para manutenção da vida em ambientes aquáticos da classe 3.

A comunidade de invertebrados bentônicos foi caracterizada por ser bastante heterogênea, isto é, com diversos grupos taxonômicos e sem variações significativas na abundância durante as estações chuvosa e de estiagem.

A sazonalidade teve influência significativa apenas em sua riqueza devido a colonização de organismos típicos de ecossistemas aquáticos com baixo grau de antropização, durante a estação chuvosa como Ephemeroptera e Trichoptera e *Hydra sp* (Anthoathecatea).

Além dos organismos sensíveis a má qualidade da água, também ocorreram táxons de ambientes antropizados, ou seja, tolerantes a má qualidade da água como Cladocera, Copepoda com as ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida e também os organismos resistentes como Diptera das famílias Chironomidae, Chaoboridae e Culicida; Ostracoda da ordem Podocopida e do filo Annelida as ordens Hirudinida e Tubificida.

O método de amostragem de invertebrados bentônicos utilizando coletores artificiais: Madeira, Cerâmica e Alumínio foi eficiente para amostragem desta comunidade, tanto na estação chuvosas quanto na estação de estiagem, além do fato desses coletores serem de fácil confecção, fácil manejo, baixo custo e resistência a exposição no ambiente aquático.

A continuidade desse trabalho, com uso dos coletores confeccionados com substratos artificiais em outros ambientes aquáticos do Cerrado, poderá confirmar a

eficiência desse método de amostragem de invertebrados bentônicos e contribuir para ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade em ecossistemas aquáticos nesse bioma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, J. R. A. **Uso de coletores com substratos artificiais como método de amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na represa do campus II da PUC Goiás – Goiânia – GO.** 2019. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura), Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, Goiás. 2019.

BISPO, P. C; OLIVEIRA, L. G; BINI, L. M; SOUSA, K. G. 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**, São Carlos, v. 66, n. 2b, p. 611-622, maio, 2006.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005 Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

BRASIL. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instituto Nacional de Meteorologia, 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 01 de novembro de 2020.

BUENO, A. A. P; BOND-BUCKUP, G; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 115-125, 2003.

CALLISTO, M; GONÇALVES, J. F. Jr; MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2005.

CALLISTO, M; MORETTI, M; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos Como Ferramenta Para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N; BARROS, J. R. Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, PR. v. 11, n. 1 p. 119-134, 2012.

CEOLI, L. P. W; AGUIAR JÚNIOR, T. R; MORAIS, M. M. Avaliação de impactos ambientais em sistemas aquáticos. Caso de estudo do Rio Órbigo, Espanha. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.10, n.02, p. 535-542, 2017.

CHAGAS, F. *et al.* Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 3, p. 416-425, 2017.

ESTEVES, F. A. (Coord). **Fundamentos de limnologia** (2ª ed). Rio de Janeiro: Interciência. 1998.

DIAS, B. F. S. Conservação da natureza do cerrado, p.583-640 in: PINTO, M. N. (org.), **Cerrado: Caracterização ocupação e perspectivas**. Brasília: editora UNB SEMATEC. 1990.

FARIAS, S. E. M. **Características das condições de tempo e clima e poluição do ar em Goiânia**. Instituto de Estudos Sócio Ambiental - IESA/Universidade Federal de Goiás – UFG - Campus Samambaia (Campus II). 2012.

FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade da água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica**. 2007. 226 f. Tese (Doutorado em Ecologia) -Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GIULIATTI, T. L; CARVALHO, E. M. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego Laranja Doce, Dourados/MS. **Interbio**, Dourados, v. 3, n. 1, p. 4-14, 2009.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, Pará de Minas - MG, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HEPP, L. U; RESTELLO, R. M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In. ZAKRZEWSKI, S.B.B. (Org.). **Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares**. Erechim: Edifapes, p.75-85, 2007.

JOHNSON, R. K. *et al.* Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**, New York v. 1, n. 1, p. 40-158, 1993.

MUGNAI, R; NESSIMIAN, J. L; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical books Editora, 2010.

NEGRÃO, G. N.; CUNHA, M. C. Diversidade De Macroinvertebrados Bentônicos Na Avaliação Do Uso Do Solo E Qualidade Ambiental Da Bacia Do Guabiroba, Guarapuava, PR, Curitiba, Brasil. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 7-26, 2019.

PAMPLIN, P. A. Z; ALMEIDA, T. C. M; ROCHA, O. Composition and distribution of benthic macroinvertebrates in Americana Reservoir (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 121-132, 2006.

PIEDRAS, S. *et al.* Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 494-500, 2006.

RIBEIRO, L. O; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, **Brasil. Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 613-618, setembro, 2005.

ROSENBERG, D. M; RESH, V. H. (Coord). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, New York, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.

SHIMABUKURO, E; HENRY, R. Controlling factors of benthic macroinvertebrates distribution in a small tropical pond, lateral to the Paranapanema River (São Paulo, Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 23, n. 2, p. 154-163, June 2011.

SILVA JÚNIOR, J. L. R. *et al.* Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. 2011. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 759-767, 2011.

SILVA, F. L. *et al.* Desempenho de dois índices biológicos na avaliação da qualidade das águas do Córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, através de macroinvertebrados bentônicos. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 231-234, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fabio_Silva27/publication/262917944_Performance_of_two_biological_indices_in_the_water_quality_assessment_of_Vargem_Limpa's_stream_Bauru_SP_through_benthics_macroinvertebrates/links/00b7d539499fd1d0f6000000.pdf. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

SILVA, M. S. G. M. *et al.* Biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos utilizando coletores de substrato artificial em piscicultura do interior paulista. In:

Simpósio de Insetos Aquáticos Neotropicais, 4., 2017, Santa Teresa, ES. Livro de Resumos. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2017. p. 46-47., 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1078024>. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

SILVA, V. L. **Macroinvertebrados bentônicos associados aos substratos artificiais na represa do córrego São Nicolau no campus II, da PUC Goiás-Goiânia- Goiás**. 2020. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas - Bacharelado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia Goiás. 2020.

SILVEIRA, M. P; DE QUEIROZ, J. F; BOEIRA, R. C. **Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente-Comunicado Técnico 19 (INFOTECA-E), 2004. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/14553>. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

TANIWAKI, R. H; SMITH, W. S. Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim –SP, Brasil. **J Health Sci Inst**. São Paulo, v. 29, n. 1, p. 7-10, 2011. Disponível em: https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2011/01_jan-mar/V29_n1_2011_p7-10.pdf. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M. Limnologia. São Paulo: **Oficina de Textos**. 2008.