

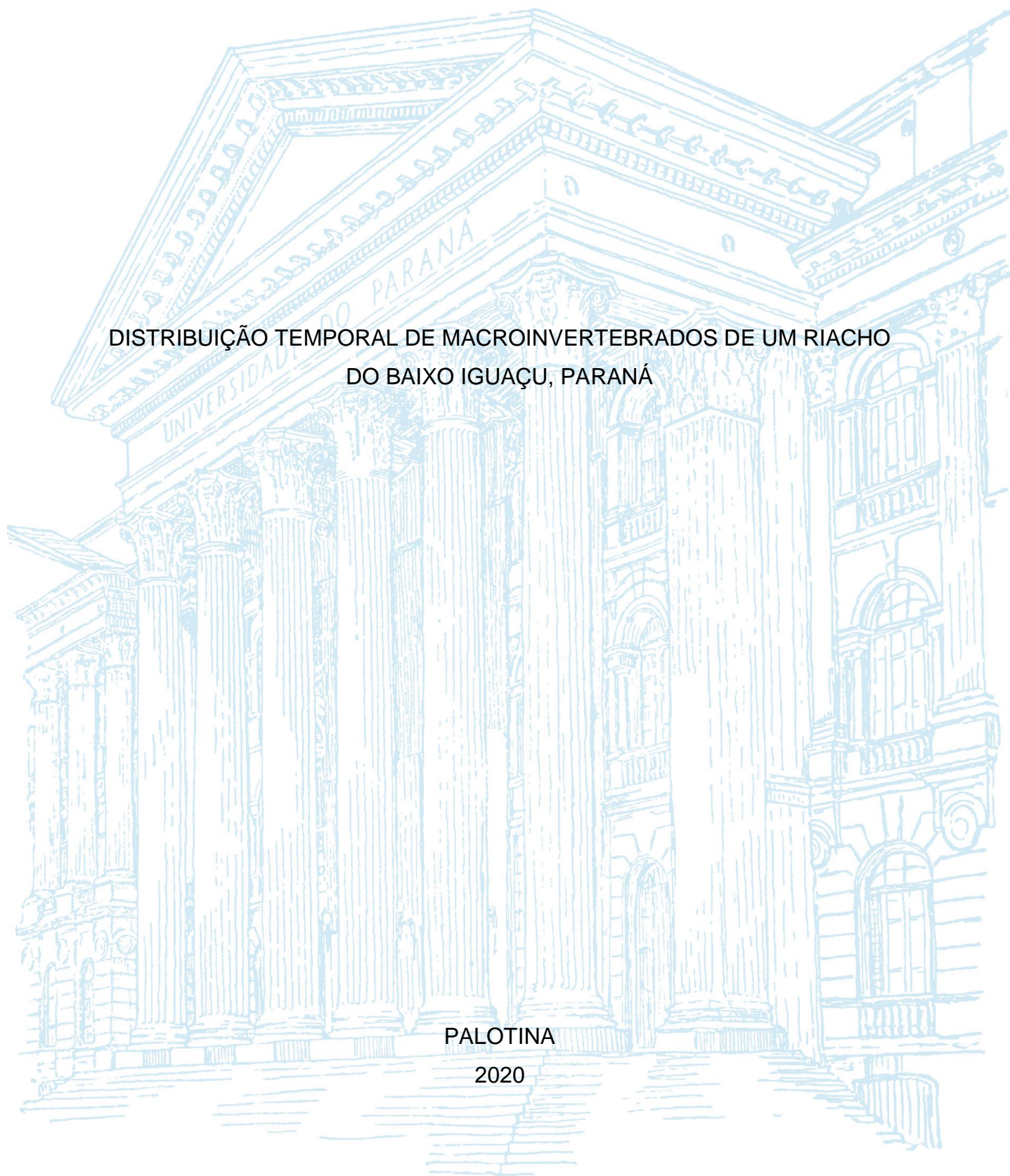
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARTHUR MARANDOLA DA COSTA

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE MACROINVERTEBRADOS DE UM RIACHO
DO BAIXO IGUAÇU, PARANÁ

PALOTINA

2020



ARTHUR MARANDOLA DA COSTA

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE MACROINVERTEBRADOS DE UM RIACHO
DO BAIXO IGUAÇU, PARANÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Ciências Biológicas como requisito à
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Paraná

Orientadora Prof.^a Dr.^a Lucíola Thais Baldan

PALOTINA

2020

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE MACROINVERTEBRADOS EM UM
RIACHO DO BAIXO IGUAÇU, PARANÁ

Arthur Marandola da Costa¹

¹ Orientadora Prof.^a Dr.^a Lucíola Thais Baldan, Universidade Federal do Paraná, Trabalho de Conclusão de Curso.

Resumo

O conhecimento taxonômico de macroinvertebrados em riachos ainda é escasso no Brasil, tornando a identificação até espécies muito difícil, sendo possível, na maioria das vezes, chegar até a família e em alguns casos até gênero. O conhecimento da fauna de macroinvertebrados contribui para a avaliação da qualidade da água buscando sempre a conservação da biodiversidade. Algumas espécies são muito mais sensíveis à poluição e perturbações, enquanto outras são consideradas tolerantes. A presença ou ausência de determinados organismos pode indicar a qualidade do ambiente. Nesse estudo, os organismos foram coletados com amostrador tipo Surber, identificados até família e avaliada a distribuição e estrutura da comunidade de macroinvertebrados dulcícolas, comparando as quatro coletas realizadas em um intervalo de um ano no Riacho Bom Retiro, localizado na cidade de Cascavel Paraná, com objetivo de conhecer a fauna de macroinvertebrados sua dinâmica temporal e avaliar a qualidade da água com uso do índice multimétrico SOMI. Foram identificados 12.878 indivíduos. O maior valor de diversidade de Shannon-Wiener foi encontrado na primeira coleta realizada no mês de maio. O índice multimétrico SOMI variou sua qualificação para o local estudado entre “boa” para o mês de maio, “regular” para setembro e “ruim” para dezembro e março. Através da análise RDA buscou-se a variável ambiental com maior influência na biota do Riacho Bom Retiro sendo a variável substrato com maior influência nesse ambiente. O riacho Bom Retiro está inserido em uma área de uso e ocupação do solo intensa para agricultura e pecuária. Ainda assim o sistema parece manter capacidade de recuperação quando observado dados obtidos dos índices de diversidade e os resultados obtidos para a qualidade da água através do SOMI.

Palavras-chave: Macrofauna, conservação, biomonitoramento, qualidade, lótico.

Abstract

***TEMPORAL DISTRIBUTION OF MACROINVERTEBRATES IN A RIACHO OF
BAIXO IGUAÇU, PARANÁ***

Taxonomic knowledge of macroinvertebrates in streams is still scarce in Brazil, making identification of species even very difficult, making it possible, in most cases, to reach the family and in some cases even genus. Knowledge of macroinvertebrate fauna contributes to the assessment of water quality, always seeking to conserve biodiversity. Some species are much more sensitive to pollution and disturbances, while others are considered tolerant. The presence or absence of certain organisms can indicate the quality of the environment. In this study, the organisms were collected using a Surber sampler, identified by family and evaluated the distribution and structure of the freshwater macroinvertebrate community, comparing the four collections carried out over a period of one year at Riacho Bom Retiro, located in the city of Cascavel Paraná, with the objective of knowing the fauna of macroinvertebrates their temporal dynamics and evaluating the water quality using the SOMI multimetric index. 12,878 individuals were identified. The greatest diversity value of Shannon-Wiener was found in the first collection carried out in May. The SOMI multimetric index varied its qualification for the studied location between “ good ” for the month of May, “ regular ” for September and “ bad ” for December and March. Through the RDA analysis, the environmental variable with the greatest influence on the Riacho Bom Retiro biota was sought, being the substrate variable with the greatest influence in this environment. The Bom Retiro stream is inserted in an area of intense land use and occupation for agriculture and livestock. Even so, the system seems to maintain recovery capacity when observing data obtained from the diversity indexes and the results obtained for the water quality through SOMI.

Keywords: Macrofauna, conservation, biomonitoring, quality, lotic.

INTRODUÇÃO

Durante toda história da civilização humana, a água sempre foi vital para a vida e esteve presente em pequenas ou grandes quantidades. A água existente no planeta está disposta em oceanos, mares, rios, lagos, lagoas, lagunas, geleiras, sendo também encontrada no subsolo e na atmosfera (TUNDISI; TUNDISI,2020). A conservação e manutenção da biodiversidade é essencial para o planeta, pois fornece serviços e benefícios essenciais para o ambiente e para o homem. Garantir a manutenção da biodiversidade é, portanto, um dos grandes desafios da humanidade, principalmente pelas dificuldades e complexidades relativas à compatibilização entre o uso racional dos recursos naturais e o desenvolvimento (ROQUE et al. 2014).

A água é um bem de domínio público, é um recurso natural limitado, com valor econômico. Devemos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em quantidade e qualidade adequados aos respectivos usos, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais, de acordo com o Art. 1º e 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997). Os recursos hídricos no Brasil são muito abundantes, contendo 12% da reserva de água doce do mundo e mais de 50% da América do Sul em seu território ou fronteiras. O país possui muitas bacias hidrográficas e aquíferos, tendo um forte potencial hídrico (Itamaraty, 2019).

Devido a tantas mudanças antropogênicas, o ambiente sofre danos, muitas vezes irreparáveis, sendo preciso, portanto, a tomada de medidas de restauração, conservação e gerenciamento dos resíduos produzido pelo homem, assim como promover educação ambiental para população, para que possamos preservar a integridade desses ambientes e sua biota, junto com a devida qualidade de água para todos (Bem et al. 2015).

O objetivo desse trabalho é conhecer a fauna de macroinvertebrados dulciaquícolas do Riacho Bom Retiro, um riacho de Mata Atlântica, conhecer a dinâmica temporal dessa comunidade e avaliar a qualidade da água desse ambiente com uso de um índice multimétrico, uma vez que o local sofre com pressão agropecuária em todo seu entorno.

REVISÃO DA LITERATURA

Ambientes de água corrente possuem uma enorme diversidade, riachos montanhosos torrenciais, grandes rios de planícies a grandes rios com bacias que ocupam continentes, onde ficam mais condicionados a fatores ambientais específicos, contribuindo para qualidade e diversidade desses ambientes (ALLAN; CASTILLO, 2007). Os rios possuem durante toda sua extensão um gradiente contínuo de condições e variáveis físicas incluindo largura, profundidade, velocidade, volume de fluxo e temperatura. O conjunto de condições em que se encontram esse sistema lótico reflete diretamente na macrofauna (VANNOTE *et al.*, 1980)

A estrutura física de um rio associada ao ciclo hidrológico forma um modelo de resposta biológica resultando em padrões consistentes de estrutura e função da comunidade de macroinvertebrados como, por exemplo, carregamento de matéria orgânica, transporte, utilização e armazenamento ao longo do comprimento de um rio (VANNOTE *et al.*, 1980)

Ações antrópicas estão degradando constantemente os ambientes lóticos, tudo o que compõe seu entorno e considerando o uso e ocupação do solo, reflete diretamente em suas características físicas, químicas e biológicas. Os macroinvertebrados formam comunidades biológicas e são um dos principais meios para fornecer informações de como se encontra a qualidade do ambiente e conseqüentemente a ação do homem neste local (CALLISTO *et al.*, 2001; PIMENTA; BOAVENTURA; PEÑA; RIBEIRO, 2015). Algumas dessas ações antropogênicas que provocam impactos negativos são desmatamentos, agricultura, hidrelétricas, mineração, canalização, indústrias, pecuária, bioinvasão, entre outros (MARTINS; OLIVEIRA; SALCEDO, 2014).

Existe uma grande variedade de indicadores de qualidade de água, entre eles se encontram os macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos possuem uma grande diversidade e são representados por Arthropoda (Insecta, Acarina e Crustacea), Mollusca (Gastropoda e Bivalvia) e Annelida (Oligochaeta e Hirudinea) entre outros (BEM *et al.*, 2015). Os principais representantes encontram-se no filo Arthropoda, Subfilo Hexapoda,

Subclasse Insecta, com 13 ordens que possuem ciclos de vida aquáticos, ou semiaquáticos, Ephemeroptera, Plecoptera, Orthoptera, Blattodea, Hemiptera, Neuroptera, Megaloptera, Hymenoptera, Trichoptera, Lepidoptera, Odonata, Coleoptera e Diptera (HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014).

A macrofauna possui papel importante principalmente na dinâmica de nutrientes transformação da matéria orgânica nos ambientes aquáticos, além de promover o biorrevolvimento, liberando nutrientes e produzindo aeração do sedimento para o ambiente lótico (REZENDE; GONÇALVES; PETRUCIO, 2010). Algumas espécies de macroinvertebrados são muito mais sensíveis a poluições e perturbações, enquanto outras tem mais tolerância à matéria orgânica presente em ambientes aquáticos. A presença ou ausência de determinadas espécies pode indicar a qualidade do ambiente e são utilizadas como bioindicadores de boa qualidade de água por serem muito sensíveis a possíveis distúrbios presentes em seus habitats (JOHNSON; WIEDERHOLM; ROSENBERG, 1993).

Os macroinvertebrados aquáticos oferecem algumas vantagens para o biomonitoramento, (a) ampla ocorrência, (b) elevada riqueza de espécies, (c) permanência no local, (d) deriva de algumas espécies em coluna de água buscando melhores condições, o que pode indicar presença de um poluente, (e) longos ciclos de vida de algumas espécies podendo analisar as condições ambientais por mais tempo, (f) baixo custo de amostragem, (g) boas bibliografias taxonômicas até gênero e família, (h) presença de espécies com grande sensibilidade à poluição, e (i) espécies adequadas para estudos de efeitos da poluição (BONADA; PRAT; RESH; STATZNER, 2006).

O uso do biomonitoramento biológico vem sendo praticado a aproximadamente 100 anos, é utilizado para mensurar a qualidade de água e está relacionado com a interação do organismo no local onde vive. A fauna aquática reage diretamente a perturbação que o ambiente sofre no decorrer do tempo (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003). O ambiente com uma alta riqueza de indicadores biológicos reflete a alta qualidade da água no quesito físico e químico, indicando os efeitos ambientais causados (JOHNSON; WIEDERHOLM; ROSENBERG, 1993). A mais de meio século pesquisadores vem estabelecendo critérios em que o entendimento da condição ecológica de ambientes lóticos necessita de muito mais características do local, além dos físicos e

químicos, precisam ser levados em consideração aspectos biológicos do sistema, para obter melhores resultados dos efeitos não naturais sobre a estrutura e a comunidade biológica (BAPTISTA; SOUZA; VIEIRA; MUGNAI; SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

As metodologias de monitoramento são utilizadas para acompanhar continuamente as condições ambientais, e assim monitorar os impactos nela sofrido (BAPTISTA; BUSS; EGLER, 2003). A partir disso uma grande quantidade de índices bióticos foram desenvolvidos, como exemplo os índices saprobióticos que estimam a qualidade do ambiente com base na presença e ausência de indivíduos e índices multimétricos que são medidas calculadas de riqueza, composição, tolerância e estado trófico que representam uma série de respostas ao impacto humano, essas medidas representam alguns aspectos da estrutura, função ou outras características da comunidade biológica, e essas métricas mudam com maior impacto humano, esses impactos levam a ausência de um ou mais organismos alterando toda cadeia trófica refletindo nas características ecológicas e biológicas do ambiente e desestabilizando a comunidade, a importância em desenvolver índices com a capacidade de identificar essas alterações serve para serem tomadas medidas de restaurações e conservações e monitorar possíveis impactos humanos (BONADA; PRAT; RESH; STATZNER, 2006).

Segundo Bonada *et al.* (2006), o biomonitoramento com invertebrados aquáticos deve-se seguir 12 (I-XII) critérios ideais para seu uso:

(I) Derivado de sólidos conceitos teóricos em ecologia. Testar hipóteses que são derivadas de conceitos teóricos ecológicos.

(II) Preditivo a priori. Por exemplo: perturbações intermediárias prediz a resposta na riqueza do ambiente.

(III) Potencial para avaliar funções ecológicas. Com relação a biodiversidade, as funções ecológicas, conservação e restauração.

(IV) Potencial de discriminar o impacto humano geral (ou seja, para identificar distúrbios antropogênicos). Dando suporte a medidas de conservação e restauração.

(V) Potencial para discriminar diferentes tipos de impacto humano (ou seja, para identificar tipos específicos de distúrbios antropogênicos). Facilitar na tomada de decisão quanto a qual tipo de restauração pode ser feita.

(VI) Baixos custos de amostragem e triagem (abordagens de campo) ou de experimentação padronizada (abordagens de laboratório). Diminuindo o custo da pesquisa.

(VII) Protocolo de amostragem simples. Diminuindo os custos o tempo de amostragem e facilitando o biomonitoramento de rotina

(VIII) Baixo custo para identificação de táxons (não são necessários especialistas em taxonomia). o uso de um determinado nível taxonômico depende do propósito de um estudo, do orçamento fornecido, da área de estudo e de sua riqueza de táxons.

(IX) Aplicabilidade em larga escala (entre ecorregiões ou províncias biogeográficas). Levando em consideração os planos para gestão ambiental, políticas e legislação que são utilizados em grandes unidades geográficas.

(X) Indicação confiável de mudanças no impacto humano geral.

(XI) Indicação confiável de mudanças nos diferentes tipos de impacto humano.

(XII) Indicação de impacto humano em escala linear. Os critérios (X; XI; XII) estão relacionados aos gastos governamentais desnecessários com índices não confiáveis, evitando desperdícios em investimentos.

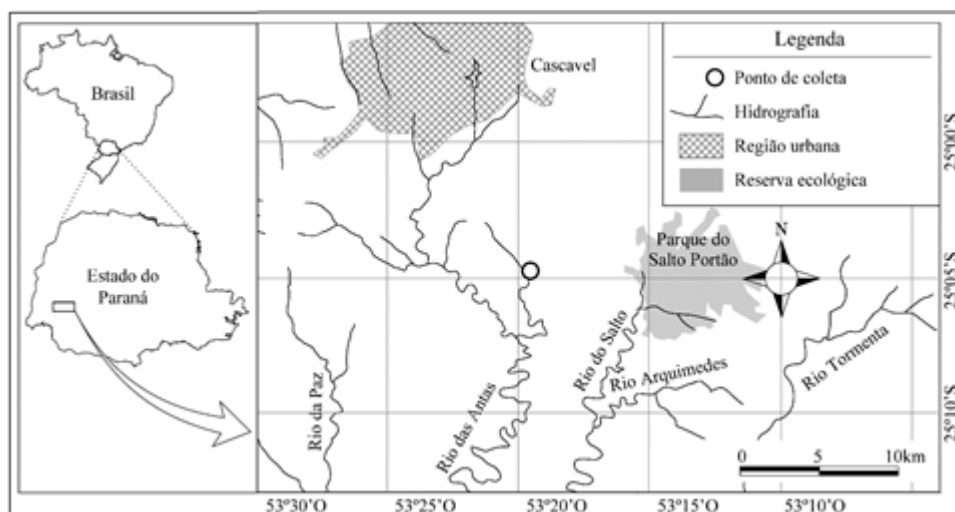
Levando em consideração esses critérios de biomonitoramento mencionados anteriormente, escolhemos um índice multimétrico. Segundo os autores supracitados, tais índices atendem ao menos 10 dos 12 critérios, com métricas que representam a estrutura da comunidade e como elas mudam com o aumento do impacto humano. Porém, os índices multimétricos não atendem ao terceiro critério (III) Potencial para avaliar funções ecológicas e nono critério (IX) Aplicabilidade em larga escala (entre ecorregiões ou províncias biogeográficas) (BONADA; PRAT; RESH; STATZNER, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas nos meses de maio, setembro e dezembro de 2016 e março de 2017 no Riacho Bom Retiro, pertencente a Bacia do Baixo Iguaçu, localizado

na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil, nas seguintes coordenadas 25°04'47.4"S 53°24'02.9"W (Figura 1). A vegetação característica da região é Floresta Ombrófila Mista, bioma Mata Atlântica, contando com apenas 12,5% de suas florestas originais (IBF, 2020; (CASCAVEL/PR, 2016).

Figura 1. Mapa da região do Riacho Bom Retiro com destaque ao uso e ocupação do solo. A área circutada representa o ponto de coleta.



Foram mensurados os seguintes dados abióticos em campo: pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), Oxigênio Dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) e sólidos dissolvidos totais ($\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$) através de sonda Multiparâmetro Horiba e turbidez. Foram ainda mensurados precipitação, o fluxo (ms^{-1}) com auxílio de um flutuador, largura (m) e profundidade (m) com fita métrica. (Tabela1)

O amostrador Surber foi utilizado para coletar três réplicas de cada um dos substratos fino, grosso e folhoso, totalizando 36 amostras (três réplicas x três substratos x quatro coletas). Logo após as coletas, o material foi alocado em sacos plásticos, anotando local da coleta, substrato e data e fixado em uma solução de formol 5% até ser realizado a triagem, no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia (LAQAL), UFPR Palotina e Laboratório de Investigações Biológicas - Linbio/Unioeste, Cascavel-PR. Em laboratório, o material foi lavado em uma peneira $0,2\mu\text{m}$ e separado. A triagem foi feita utilizando bandejas brancas com água, sobre luz branca fluorescente e pinças para facilitar a separação de espécimes. O material coletado foi separado em frascos de vidro com

álcool 70% para conservação e identificação até o nível taxonômico de família, seguindo a literatura especializada, com auxílio de microscópio estereoscópico.

Análise de dados:

Para análise de dados foram determinadas a abundância, riqueza rarefeita e diversidade de Shannon-Wiener (H') (usando o software Past, Hammer, 2019), por substrato e campanha de amostragem a fim de comparar ao longo das quatro coletas a distribuição dos organismos.

A relação entre período das coletas, substratos e parâmetros abióticos foi testada através do método RDA (Análise de Redundância) utilizando o programa R (R Core Development, 2019) para identificar quais deles exerceram maior influência na biota, consideramos parâmetros abióticos temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez e sólidos totais.

Para a análise RDA foram excluídas as variáveis profundidade local, largura e fluxo para diminuir os resíduos da análise, para aumentar as proporções das variáveis utilizadas. A ANOVA foi utilizada com o uso do programa R (R Core Development, 2019) para testar individualmente o quão significativo é cada uma dessas variáveis período de coleta, substrato e parâmetros abióticos para a biota.

O Índice Multimétrico Serra dos Órgãos (SOMI) (Baptista et al., 2007) utiliza seis métricas consideradas sensíveis, representando as quatro categorias da macrofauna, duas relacionadas a composição (% Diptera e % Coleoptera), duas de riqueza (taxa familiar e taxa EPT), e uma métrica trófica (% Trituradores - fragmentadores) e uma métrica de tolerância à saprobidade. No artigo original é utilizado o BMWP-CETEC, porém optamos pelo BMWP' (IAP, 2000) por conter adaptações quanto a pontuação e táxons usados para o estado do Paraná. Os valores encontrados para cada métrica são transformados em scores 5, 3 e 1 (Tabela 1), e posteriormente esses scores são somados, o resultado é o que determina a faixa de pontuação SOMI, que vai de 6 a 30 (Tabela 2).

Tabela 1. Classificação das pontuações com base nos parâmetros estabelecidos no SOMI (Baptista et al., 2007).

Scores	5	3	1
Diptera %	≤73	≥ 74<88	>89
Coleoptera %	≥12	11-8	<8
Família Taxa	≥25	24-20	<19
EPT Taxa	≥17	16-11	<11
BMW'	≥130	129-100	<100
Trituradores	≥0.6	0.5-0.2	<0.2

A faixa SOMI fornece as quatro classificações ordinais de avaliação: categoria muito bom como referências de ambiente, boa e regular para identificar aqueles que não atendem à condição intacta, e ruim para os mais degradados (BAPTISTA; BUSS; EGLER; GIOVANELLI; SILVEIRA; NESSIMIAN, 2007) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de qualidade de água como resultado da somatória dos parâmetros do SOMI (Baptista et al., 2007)

Classe	Ruim	Regular	Boa	Muito boa
Pontuações	6 - 12	13- 18	19 - 24	25 - 30

RESULTADOS

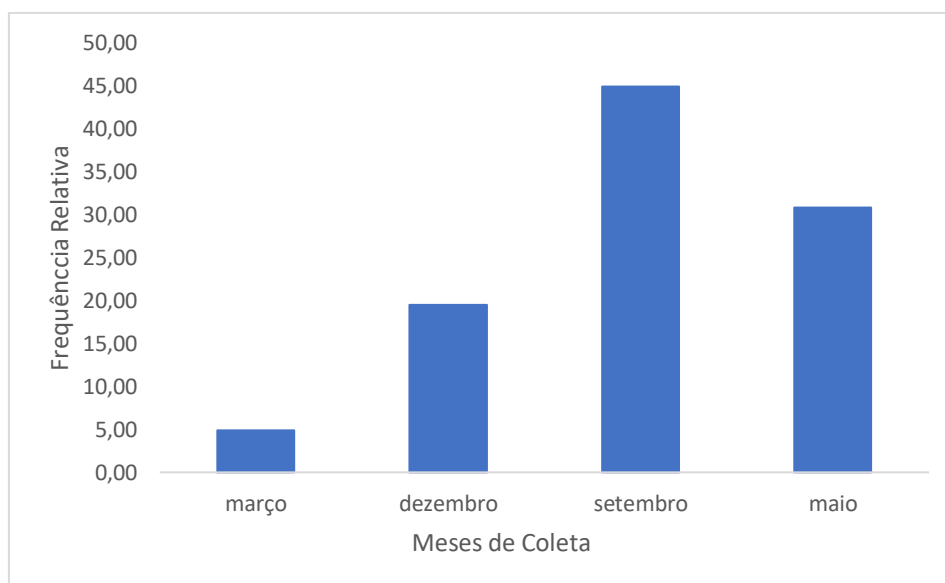
Analisando os parâmetros físicos, químicos e precipitação, a 1ª coleta, referente ao mês de maio, obteve menores valores de temperatura, maiores valores de oxigênio dissolvido, pH mais alcalino, turbidez elevada e maior precipitação comparada aos outros períodos de coletas. A 2ª coleta realizada no mês de setembro obteve o menor pH, menor oxigênio dissolvido, menor turbidez e menor precipitação (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros físicos, químicos e precipitação para as quatro coletas do Riacho Bom Retiro, Cascavel, Paraná, Brasil durante o período de coleta. Sendo, OD: Oxigênio Dissolvido; pH: Potencial Hidrogrônico; Cond: Condutividade; Turb: Turbidez; Sól Totais: Sólidos Totais.

Coleta	1ª coleta Maio 2016	2ª coleta Setembro 2016	3ª coleta Dezembro 2016	4ª coleta Março 2017
Temp (°C)	18,42	20,52	21,65	22,39
OD mg/L	9,1	7,84	8,28	9,08
pH	7,18	6,76	6,83	7,12
Cond ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	0,066	0,073	0,08	0,046
Turb	17,9	13,9	16,2	15,6
Sól Totais (ml.l^{-1})	0,042	0,048	0,052	0,028
Precipitação (mm)	242,7	65,4	225,5	223,2

Foram identificados no total 12.878 indivíduos, com uma riqueza absoluta de 42 táxons, sendo S=31 e N=3.968 na primeira coleta (Maio 2016), S=27 e N=5.774 na segunda coleta (Setembro 2016), S=11 e N=2.511 na terceira coleta (Dezembro de 2016) e S=17 e N=625 na quarta coleta (Março 2017). A coleta com maior abundância de indivíduos foi realizada no mês de setembro (2ª coleta) representando 44,84% de todas coletas realizadas, seguido por maio (1ª coleta) com 30,81% e dezembro (3ª coleta) com 19,50%. A coleta com menor número de indivíduos foi no mês de março com (4ª coleta) com 4,85% dos indivíduos (Gráfico 1).

Gráfico 1. Frequência relativa de macroinvertebrados encontrados no Riacho Bom Retiro Cascavel Paraná Brasil para as quatro coletas de maio de 2016 a março de 2017.



Avaliada a riqueza rarefeita observou-se que não houve diferença entre os meses de maio e março (primeira e quarta coleta) sendo essas as coletas com maior riqueza. O mês de dezembro (Terceira coleta) obteve a menor riqueza rarefeita 7,94 ($\pm 1,05$) e menor distribuição dos organismos, neste período a predominância foi da família Chironomidae, com 94% de toda amostra (Tabela 4).

Os resultados obtidos para o índice de Shannon-Wiener (H') mostram que a diversidade na primeira coleta, referente ao mês de maio, é maior comparada aos demais períodos ($H'=1,265$). O período que apresentou menor diversidade de indivíduos foi a terceira coleta referente ao mês de dezembro ($H'=0,326$) (Tabela 4)

Tabela 4: Riqueza rarefeita e diversidade de Shannon-Wiener (H') obtidos para as quatro coletas entre maio de 2016 a março de 2017 no Riacho Bom Retiro localizado na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil.

	1ª coleta Maio	2ª coleta Setembro	3ª coleta Dezembro	4ª coleta Março
Riqueza rarefeita	17,71 ($\pm 1,96$)	12,48 ($\pm 1,76$)	7,94 ($\pm 1,05$)	16,84 ($\pm 0,39$)
Shannon- Wiener (H')	1,265	1,062	0,3264	0,543

Considerando os diferentes substratos, os valores de abundância (Gráfico 2) e de riqueza total (Gráfico3) foram maiores no folhiço ($S=29$, $N=9620$), seguido do substrato grosso e fino.

Gráfico 2. Abundância total dos macroinvertebrados observada por substrato durante as quatro coletas realizadas no Riacho Bom Retiro, Cascavel Paraná Brasil.

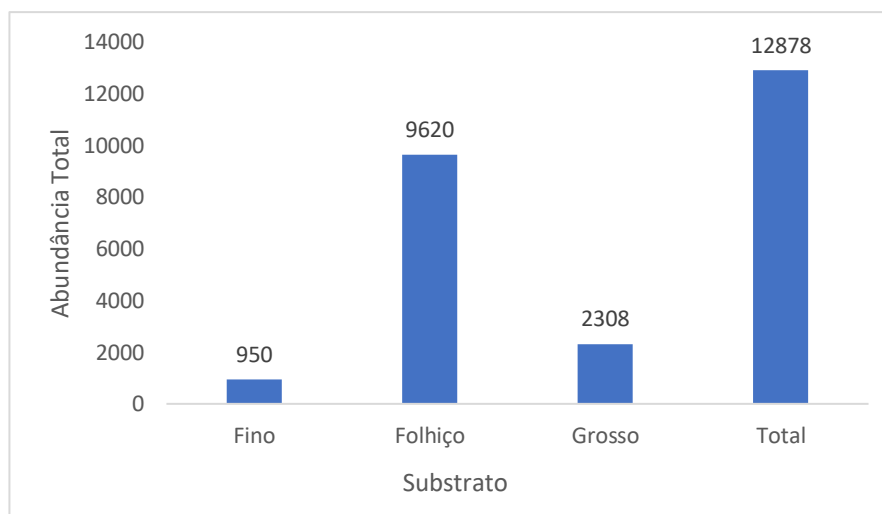
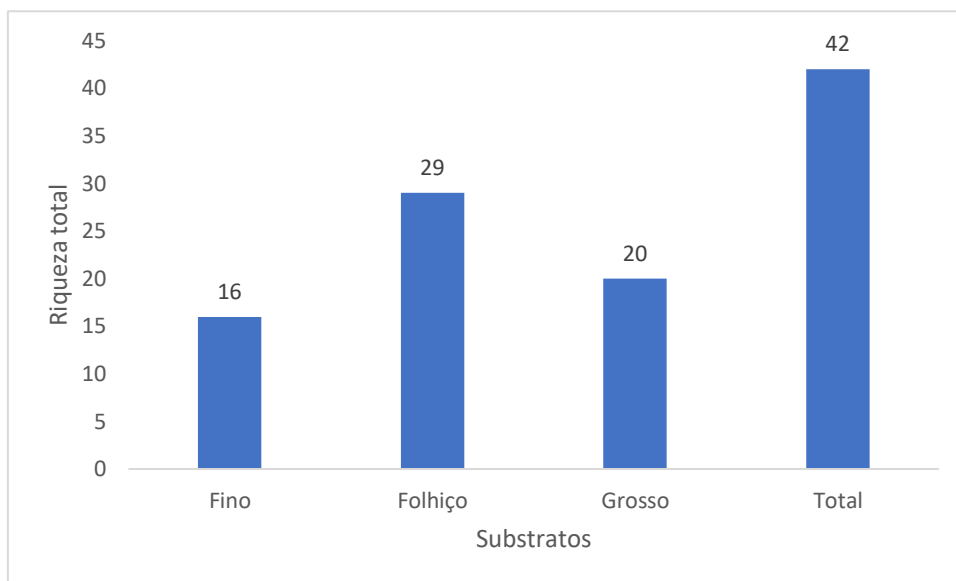
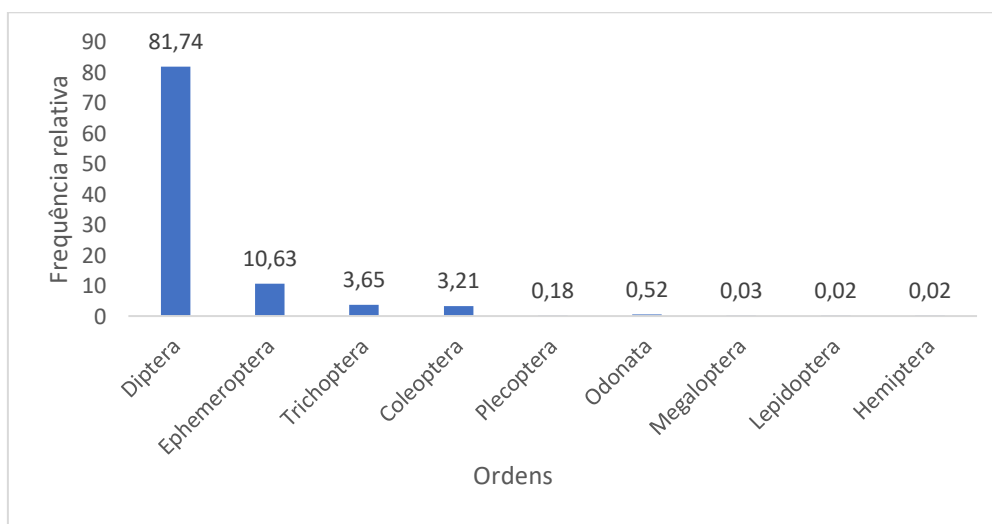


Gráfico 3. Riqueza total dos macroinvertebrados observada por substrato durante as quatro coletas realizadas no Riacho Bom Retiro, Cascavel Paraná Brasil.



Os indivíduos com maior frequência relativa, fazem parte da ordem Diptera, representando 81,74% (N=10.527) das amostras, seguida por Ephemeroptera com 10,63% (N=1.369). Trichoptera representa a terceira maior ordem encontrada com 3,65% (N=470) dos 12878 indivíduos identificados (Gráfico 4).

Gráfico 4: Frequência relativa de ocorrência das ordens de macroinvertebrados encontradas no Riacho Bom Retiro no total das quatro coletas de maio de 2016 a março de 2017.

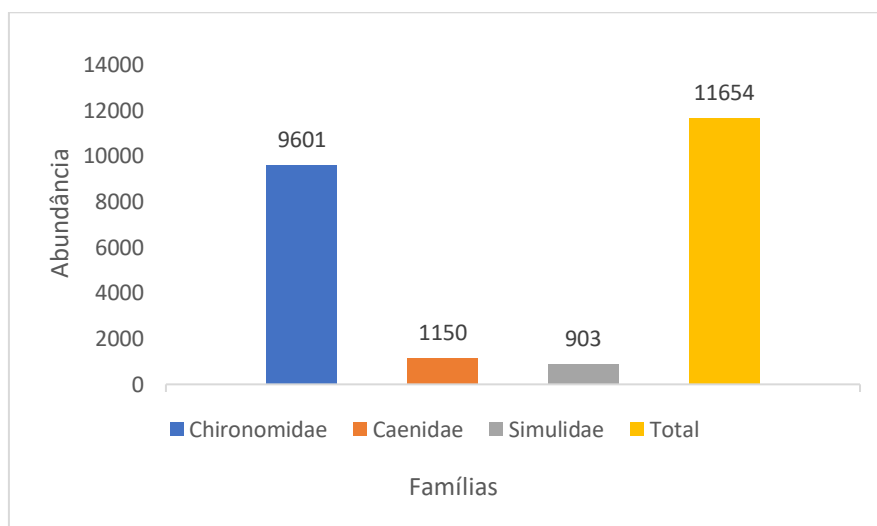


Quanto a distribuição das três famílias mais abundantes encontradas no Riacho Bom Retiro em comparação ao total de indivíduos para cada substrato, a maior abundância encontrada foi para a família Chironomidae com 94,63% (N=899) do substrato fino, 80,65% (N=7.759) do folhiço e para o substrato grosso 40,85% (N=953) com um total de 74,55% (N=9.601) dos macroinvertebrados encontrados no riacho Bom Retiro (Gráfico 5).

A segunda com maior abundância foi Caenidae com 1,16% (N=11) no substrato fino, 11,83% (N=1.138) em folhiço, e apenas 0,04% (N=1) para o substrato grosso, totalizando 8,93% (N=1.150) das amostras (Gráfico 5). A ocorrência de um indivíduo no substrato grosso nos dá a entender que pode ter ocorrido contaminação da amostra ou que o indivíduo foi arrastado devido a fortes correntes.

A terceira família mais abundante foi Simuliidae com 0,32% (n=3) para o substrato fino, 0,07% (N=7), substrato folhiço e 38,69% (N=893) no substrato grosso, totalizando 7,01% (N=903) dos macroinvertebrados (Gráfico 5).

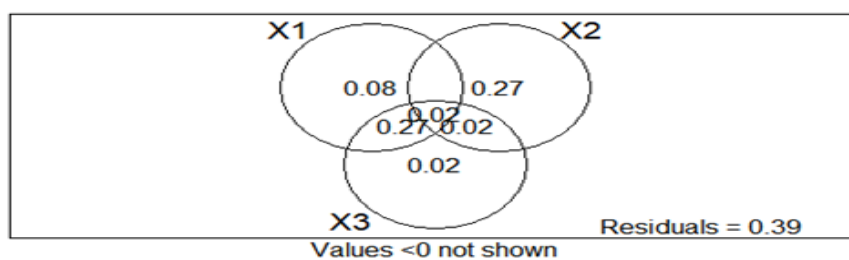
Gráfico 5: Distribuição das três principais famílias de macroinvertebrados encontradas no Riacho Bom Retiro, Cascavel Paraná Brasil, nas quatro coletas de maio de 2016 a março de 2017.



A análise de redundância RDA, com o objetivo de comparar cada uma das três matrizes de variáveis, períodos (X1), substrato (X2) e dados abióticos (X3) em relação

aos macroinvertebrados mostrou ser mais explicativo para a comunidade o Substrato (27%). Os períodos tiveram uma taxa de associação de 8% e os parâmetros abióticos de 2%, representando a menor significância individual para a comunidade de macroinvertebrados. Os períodos e os parâmetros abióticos juntos também tiveram uma taxa explicativa de 27% para a comunidade de macroinvertebrados mostrando que os parâmetros abióticos necessitam de outras variáveis para explicarem a integridade do ambiente (Gráfico 6). Os valores obtidos da ANOVA, para os períodos X1 foi de $p=0,048$, o substrato X2 $p=0,002$, os dados abióticos X3 obtiveram $p=0,34$, com os valores encontrados para (p) mostram que a variável substrato X2 individualmente é muito mais significativo para a diversidade.

Gráfico 6: RDA (Análise de Redundância) período de coletas (X1), substratos (folhinho, fino, grosso) (X2) e índices abióticos (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez, sólidos totais) (X3).



As classificações encontradas no índice (SOMI) (Tabela 5) variaram entre boa, regular e ruim. Os meses de dezembro e março receberam a classificação ruim, o mês de setembro obteve classificação regular e o mês de maio recebeu a melhor classificação dentre os quatro períodos, sendo classificada como boa qualidade.

Tabela (5) Resultados obtidos através do índice multimétrico SOMI, para as quatro coletas realizadas no Riacho Bom Retiro, localizado na cidade de Cascavel-PR Brasil.

Coletas	Maio 2016	Score	Setembro 2016	Score	Dezembro 2016	Score	Março 2016	Score
Diptera %	70,06	5	83,47	3	93,98	1	90,72	1
Coleoptera %	4,83	1	2,23	1	2,74	1	3,68	1
Família Taxa	31	5	27	5	11	1	17	1
EPT taxa	12	3	10	1	5	1	7	1
BMWP'	162	5	129	3	61	1	103	3
Trituradores	2,5	5	1,6	5	0	1	0,2	1
Total Score	Boa	24	Regular	18	Ruim	6	Ruim	8

DISCUSSÃO

A precipitação no mês de setembro (65,4mm) foi a mais baixa, que pode estar relacionada com maior abundância de macroinvertebrados, por diminuir a lâmina d'água e o arraste dos organismos, facilitando a reestruturação da comunidade no local (BARBOLA *et al.*, 2011),

Os meses que obtiveram maiores valores de riqueza rarefeita (de maio de 2016 e março de 2017) em suas amostras, também registraram os valores mais elevados de oxigênio dissolvido, o que pode conferir melhores condições para colonização e estabelecimento da macrofauna, visto que baixos níveis de oxigênio dissolvido criam condições adequadas para a eutrofização, influenciando na respiração e alterando o pH (POST *et al.*, 2018). Segundo Rossaro *et al.*, (2007), a concentração de oxigênio dissolvido é considerada um dos fatores mais importantes na distribuição dos macroinvertebrados sendo até mesmo mais determinante na composição da comunidade do que a disponibilidade de alimento.

A riqueza rarefeita para o mês de setembro foi menor comparado ao mês de maio e março. Maiores valores de abundância e menores valores de riqueza rarefeita sugerem uma dominância deste período, podendo estar relacionado com ação antrópica nesses ambientes durante o mês de setembro. O trabalho proposto por Ribeiro e Uieda (2005) sugere que o aumento da pluviosidade reflete nas condições químicas da água e na quantidade de sedimento, alterando a estrutura da comunidade de macroinvertebrados. O aumento da abundância da comunidade bentônica está relacionado com menores volumes pluviométricos e conseqüente queda do nível da água (PAMPLIN & ROCHA, 2007).

As famílias Chironomidae, Caenidae e Simuliidae foram as mais abundantes em todas as coletas. Chironomidae é relatada como tolerante a fortes alterações ambientais, possuindo como característica a ocupação dos mais diversos habitats, sendo generalistas quanto à alimentação e possuindo ciclo de vida curto (TRIVINHO-STRIXINO; SONADA, 2006). Carvalho e Uieda (2004) registraram alta abundância para a família Chironomidae, sendo essa família a de mais ampla distribuição e frequentemente o grupo mais abundante em ambientes de água doce. Já Caenidae, segundo maior quanto à

densidade, tem seu habitat natural preferencialmente em áreas de deposição de ambiente lóticos como folhicho pois ele fornece refúgio contra predadores e se alimenta de matéria orgânica vegetal (CARVALHO, 2004; HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014). As larvas de Simuliidae podem se fixar sobre os substratos submersos na água, como rochas, vegetação, folhas decíduas e raízes submersas da vegetação ripária, utilizando seda secretada pelas suas glândulas salivares sua pupa se desenvolve em pouco mais de uma semana e exigem uma alta concentração de oxigênio dissolvido, o que garante sua adaptação a ambientes de alta correnteza (HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014). Embora o ambiente trabalhado sofra grande pressão antrópica, nele ainda se encontram áreas de rápidos e corredeiras, locais com alta taxa de oxigênio dissolvido por borbulhamento e dissolução (REZENDE, 2007), que garantem a permanência das larvas em grandes quantidades.

A macrofauna teve maior relação com os substratos, o que pode ser explicado, pois eles fornecem abrigo, alimento e proteção para a fauna (HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014), o substrato associado a outros fatores como correnteza, oxigênio dissolvido, temperatura, influenciam e interagem na estrutura da comunidade de macroinvertebrados correspondendo a diversidade no ambiente (VANNOTE *et al.*, 1980) a redução de substratos limita a distribuição de algumas famílias (BUENO *et al.*, 2003; ALLAN; CASTILO, 2007).

Os valores de temperatura foram menores para o mês de maio e setembro (2016), ambos com melhores classificações no SOMI: “boa” e “regular”, As outras duas coletas (dezembro- 2016 e março - 2017) obtiveram classificação “ruim”, representando os meses de coleta mais degradados e com temperaturas mais elevadas. O mês de dezembro apresentou menor valor de riqueza rarefeita e diversidade, assim como os segundo menores valores de oxigênio dissolvido e pH. Menores valores de temperatura estão relacionados a altos valores de riqueza e baixa dominância, segundo o que foi proposto por ALLAN; CASTILLO (2007), assim como observado nesse trabalho.

O índice de Shannon-Wiener e SOMI, variaram da mesma forma durante os períodos de coleta. O índice de Shannon-Wiener obteve maior diversidade para o mês de maio e menor diversidade para o mês de dezembro, o índice SOMI resultou em qualidade boa para o mês de maio, regular para setembro e ruim para os meses de dezembro e março,

esses valores correspondem a qualidade do local com relação a macrofauna (BAPTISTA, 2008). O SOMI obteve diferença quando se comparada a riqueza rarefeita, os meses de maio e março apresentam maiores valores de riqueza rarefeita, no índice SOMI o mês de maio é classificado como “boa” qualidade mas o mês de março é classificado como ruim, no mês de março foi encontrado a menor abundancia de indivíduos podendo interferir nas pontuações obtidas através das métricas que o SOMI utiliza, as métricas que possivelmente foram alteradas devido à baixa abundancia de indivíduos foram díptera %, coleóptera %, família taxa, EPT taxa e trituradores, pois maior abundancia de indivíduos aumentam a pontuação do SOMI para essas métricas exceto díptera % onde a dominância diminui a pontuação do SOMI, e isso ocorre para a coleta do mês de março sendo 90% da amostra composta por dípteras.

O fato dos índices de diversidade de Shannon-Wiener e SOMI apresentarem resultados semelhantes corroboram seu uso na avaliação da estrutura da fauna e qualidade da água, indicando serem boas ferramentas, com sensibilidade suficiente para classificar e monitorar corretamente os locais, assim como afirmaram os autores Baptista *et al.*, (2007); Baptista., (2008); Silva *et al.*, (2017).

CONCLUSÃO

Quanto às variáveis que mais explicaram a integridade do ambiente cita-se o substrato folhoso, os menores valores de temperatura e menores valores de precipitação, assim como maior quantidade de oxigênio dissolvido.

Em uma análise geral, o Riacho Bom Retiro está inserido em um local com impacto antropogênico, embora pareça manter um certo grau de integridade ambiental levando em conta os resultados dos índices de diversidade e os resultados obtidos para a qualidade da água através do SOMI.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. David; CASTILLO, María M. **Stream Ecology: structure and function of running waters**. 2. ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. 429 p. Disponível em: <[https://www.academia.edu/8760051/Stream Ecology Structure and Funciton of Running Waters](https://www.academia.edu/8760051/Stream_Ecology_Structure_and_Funciton_of_Running_Waters)>. Acesso em: 05 ago. 2020.

BAPTISTA, DF., BUSS, DF., and EGLER, M. **Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos**. In: PERES, F., and MOREIRA, JC., orgs. *É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 157-175. ISBN 85-7541-031-8. Available from SciELO Books. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sg3mt/pdf/peres-9788575413173-10.pdf>> Acesso em 17 jul. 2020.

BAPTISTA, Darcilio F.; BUSS, Daniel F.; EGLER, Mariana; GIOVANELLI, Alexandre; SILVEIRA, Mariana P.; NESSIMIAN, Jorge L. **A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil**. *Hydrobiologia*, [S.L.], v. 575, n. 1, p. 83-94, 4 out. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-006-0286-x>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/225779222_A_multimetric_index_based_on_benthic_macroinvertebrates_for_evaluation_of_Atlantic_Forest_streams_at_Rio_de_Janeiro_State_Brazil> Acesso em: 28 out. 2020.

BAPTISTA, Darcilio Fernandes. **Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental**, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/40836291_Uso_de_macroinvertebrados_em_procedimentos_de_biomonitoramento_em_ecossistemas_aquaticos> Acesso em: 05 ago. 2020.

BAPTISTA, Darcilio F.; SOUZA, Roberta S. G. de; VIEIRA, Carla A.; MUGNAI, Riccardo; SOUZA, Ana S.; OLIVEIRA, Renata Bley S. de. **Multimetric index for assessing ecological condition of running waters in the upper reaches of the Piabanha-Paquequer-Preto Basin, Rio de Janeiro, Brazil**. [S.L.], v. 28, n. 5, p. 619-628, out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-46702011000500010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702011000500010> . Acesso em: 17 set. 2020.

BARBOLA, Ivana F. *et al.* **Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil**. *Iheringia: Série Zoologia*, Porto Alegre, p. 15-23, 30 jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/isz/v101n1-2/v101n1-2a02.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

BEM, C. C; HIGUTI, J.; AZEVEDO, J. C. R.: **Qualidade da água de um ambiente lótico sob impacto antropogênico e sua comunidade bentônica**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2015. p. 418- 429. Disponível em: <<http://132.248.9.34/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursoshidricos/2015/vol20/no2/14.pdf>> Acesso em 18 janeiro 2020.

BONADA, Núria; PRAT, Narcís; RESH, Vincent H.; STATZNER, Bernhard. **DEVELOPMENTS IN AQUATIC INSECT BIOMONITORING: a comparative analysis of recent approaches**. *Annual Review Of Entomology*, [S.L.], v. 51, n. 1, p. 495-523, jan. 2006. *Annual Reviews*. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>.

BUENO, Alessandra A. P.; BOND-BUCKUP, Georgina; FERREIRA, Bibiana D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 115-125, mar. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81752003000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752003000100014>. Acesso em: 30 nov. 2020.

BUSS, Daniel Forsin; BAPTISTA, Darcílio Fernandes; NESSIMIAN, Jorge Luiz. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. *Cadernos de Saúde Pública*, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 465-473, abr. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2003000200013>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2003000200013. Acesso em: 17 jul. 2020.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil, **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997). Disponível em: < [CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos**. Rbrh - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Ufmg, Icb, Depto. Biologia Geral, Lab. Limnologia/ecologia de Bentos - Caixa Postal 486 30161-970 Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 71-82, jan. 2001. Disponível em: \[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/42/f2cbc3819ef9ea7b38df0aec2d7a4c91_289d12cdd65026d2b06857ccfb57cd11.pdf\]\(https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/42/f2cbc3819ef9ea7b38df0aec2d7a4c91_289d12cdd65026d2b06857ccfb57cd11.pdf\). Acesso em: 18 set. 2020.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,o%20inciso%20XIX%20do%20art.&text=1%C2%BA%20da%20Lei%20n%C2%BA%208.001,28%20de%20dezembro%20de%201989.> Acesso em: 24 nov 2020.</p></div><div data-bbox=)

CARVALHO, E. M. de.; UIEDA, V. S. **Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um rio da serra de Itatinga**. São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. p. 287-293. 2004. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rbzool/v21n2/20864.pdf>> Acesso em 05 ago. 2020.

Governo do Estado do Paraná, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos: **Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos – Índice BMWP, 2017**. Disponível em:<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/bioindicadores_qualidade_aguas.pdf> Acesso em: 08 de ago. 2020.

HAMADA, N.; NESSIMIANO, J. L.; QUERINO, R. B.: **Insetos aquáticos na Amazônia Brasileira: Taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus, Editora do INPA, 2014. 724 p. Disponível em < <file:///C:/Users/HP/Downloads/Livro-Insetos-Aquaticos.pdf> >. Acesso em: 25 Jan. 2020. PAG 194.

IBF. **Instituto Brasileiro de Florestas**. Disponível em: https://www.ibflorestas.org.br/por-que-preservaramataatlantica?utm_source=googleads&utm_medium=cpc&utm_campaign=preservar-mataatlantica&keyword=%2Bmata%20%2Batlantica&creative=296873703726&gclid=Cj0KCQiAw_HBRDARIsALQE_2MJJo36pwhrnUYNpup1bLBUiO_E2xNxukvXU8Ua5NGhnJVewUtwgkaApaHEALw_wcB. Acesso em: 18 dez. 2020.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ IAP. Avaliação da qualidade das águas de rios através da análise combinada de parâmetros físicos, químicos e biológicos em Unidades de Conservação abrangidas pelo Programa Pró-Atlântica: Apa da Serra do Mar, Apa de Guaratuba e Parque Estadual das Lauráceas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Curitiba, 2000. Disponível em: < http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/bioindicadores_qualidade_aguas.pdf> Acesso em: 27 novembro 2020.

Itamaraty. 2019. **Política-externa / desenvolvimento-sustentabilidade-e-meio-ambiente / 176-recursos-hidricos**. [17/01/2019]. Disponível em: < <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/176-recursos-hidricos> > Acesso em: 18 janeiro2020.

JOHNSON, R.K.; WIEDERHOLM T.; ROSENBERG, D.M. Researchgate net. **Freshwater Biomonitoring Using Individual Organisms, Populations, and Species Assemblages of Benthic Macroinvertebrates**. 1993. Disponível em:<<file:///C:/Users/HP/Downloads/Johnsonetal19932.pdf>>. Acesso em 18 janeiro2020.

MARTINS, R. T.; OLIVEIRA, V. C. de.; SALCEDO, A. K. M. **Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos**. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, L. J.; QUERINO, R. B. Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. 1 Ed. Manaus: Editora INPA,. p. 117-128, 2014.

PAMPLIN, P. A. Z. & ROCHA, O. 2007. Temporal and bathymetric distribution of benthic macroinvertebrates in the Ponte Nova Reservoir, Tietê river (São Paulo, Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia 19:439-452. Disponível em: < https://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta19_vol4_07.pdf> Acesso em: 01 dez. 2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASCAVEL. Diagnóstico Plano Diretor de Cascavel. Município de Cascavel. Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo. Cascavel-PR, novembro 2016. Disponível em: <<https://portaldosmunicipios.pr.gov.br/download/public/arquivos/documentos/58/2019/02/28/X73ID6W4UkajKLhXZfZoOMuf2UcX17eQksXaDnRt.pdf>> Acesso em: 18 dez. 2020.

PIMENTA, Sandro Morais; BOAVENTURA, Geraldo Resende; PEÑA, Alfredo Palau; RIBEIRO, Tiago Godoi. **Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 199-2010, 26 jan. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1672>. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/291948655_Estudo_da_qualidade_da_agua_por_meio_de_bioindicadores_bentonicos_em_corregos_da_area_rural_e_urbana> Acesso em: 16 nov. 2020.

POST, Christopher J.; COPE, Michael P.; GERARD, Patrick D.; MASTO, Nicholas M.; VINE, Joshua R.; STIGLITZ, Roxanne Y.; HALLSTROM, Jason O.; NEWMAN, Jillian C.; MIKHAILOVA, Elena A.. Monitoring spatial and temporal variation of dissolved oxygen and water temperature in the Savannah River using a sensor network. **Environmental Monitoring And Assessment**, [S.L.], v. 190, n. 5, p. 190-272, 10 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-018-6646-y>. Disponível em: <https://europemc.org/article/med/29637320>. Acesso em: 30 nov. 2020.

REZENDE, C. F.. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhicho submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central**. Biota Neotropica, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 1-5, 01 maio 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v7n2/a34v07n2.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

REZENDE, R. S.; GONÇALVES, J. F.; PETRUCIO, M. M. **Leaf breakdown and invertebrate colonization of Eucalyptus grandis (Myrtaceae) and Hirtella glandulosa (Chrysobalanaceae) in two Neotropical lakes**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 22, n. 1, p. 23-34, 2010. Disponível em <<http://www.limnos.ufsc.br/assets/docs/renan-acta.pdf>> Acesso em: 08 ago 2020.

RIBEIRO, Ludmilla O.; UIEDA, Virginia S.. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 613-618, set. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81752005000300013>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752005000300013. Acesso em: 16 nov. 2020.

ROQUE, F. O.; BUSS, D. F.; ABES, S. da. S.; STEFANES, M.; JUEN, L.; SIQUEIRA, T. **Insetos aquáticos no âmbito de instrumentos de gestão ambiental: caminhos ainda pouco explorados** In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, L. J.; QUERINO, R. B. Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. 1 Ed. Manaus: Editora INPA., p. 129-139, 2014.

ROSSARO, Bruno; MARZIALI, Laura; CARDOSO, Ana Cristina; SOLIMINI, Angelo; FREE, Gary; GIACCHINI, Roberto. A biotic index using benthic macroinvertebrates for Italian lakes. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 412-429, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.04.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X06000392?via%3Dihub>. Acesso em: 30 nov. 2020.

SILVA, Déborah R.O.; HERLIHY, Alan T.; HUGHES, Robert M.; CALLISTO, Marcos. An improved macroinvertebrate multimetric index for the assessment of wadeable streams in the neotropical savanna. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 81, p. 514-525, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.06.017>. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2017/Silva_et_al_2017.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; SONADA, K. C. **A new Tanytarsus species (Insecta, Diptera, Chironomidae) from São Paulo State, Brazil**. Biota Neotropica 6 (2):1-9. 2006. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032006000200020>. Acesso em: 08 de ago. 2020.

TUNDISI, José G.; TUNDISI, Takako M: A Água. **A Água**, [S.L.], p. 1-138, 8 jun. 2020. Editora Scienza. <http://dx.doi.org/10.26626/978-65-5668-005-7/b0001>. Disponível em: https://sbhsf.com.br/wp-content/uploads/2020/08/novo_A_AGUA.pdf. Acesso em: 02 dez. 2020.

VANNOTE, Robin L.; MINSHALL, G. Wayne; CUMMINS, Kenneth W.; SEDELL, James R. And CUSHING C. E. **The River Continuum Concept**. Ecosystems Department, Batte L Fe-Pacific Northwest Laboratories, Richland, Wa 99352, Usa, p. 130-137, 1980. Disponível em: <<https://andrewsforest.oregonstate.edu/sites/default/files/lter/pubs/pdf/pub2052.pdf>.> Acesso em: 18 set. 2020.