

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

ARTHUR MALAGUTI

**QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IGAPÓ II (LONDRINA – PR) A PARTIR DO
DIAGNÓSTICO DE BIOINDICADORES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**LONDRINA
2021**

ARTHUR MALAGUTI

**QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IGAPÓ II (LONDRINA – PR) A PARTIR
DO DIAGNÓSTICO DE BIOINDICADORES DE MACROINVERTADOS BENTÔNICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial da obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Orientador: Prof. Drº. Marcelo Eduardo Freres Stipp.

Corientador: Prof. Drº. Edson Fontes de Oliveira.

LONDRINA

2021



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEP. ACADEMICO DE AMBIENTAL-LD

TERMO DE APROVAÇÃO**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC****QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA IGAPÓ II (LONDRINA – PR) A PARTIR DO DIAGNÓSTICO DE BIOINDICADORES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**

Por
ARTHUR MALAGUTI

Monografia apresentada às 14 horas do dia 05..... de ...FEVEREIRO. de 2021... como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA AMBIENTAL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. KÁTIA VALÉRIA CARDOSO PRATES	Membro
Prof. MAURICIO MOREIRA SANTOS	Membro
Prof. MARCELO EDUARDO FRERES STIPP	Orientador
Prof. ORLANDO DE CARVALHO JUNIOR	Professor(a) responsável TCCII

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, só Ele sabe todas as dificuldades que encontrei durante todos esses anos na graduação, foram anos de muitas lutas e com a benção Dele consegui superar e vencer todos os obstáculos.

A minha mãe que nunca desistiu de me apoiar, sempre levantou meu ânimo para seguir e continuar, me apoiou em todos os momentos da minha vida e se hoje eu estou conseguindo concluir a universidade, ela tem um peso enorme nessa conquista, obrigado por ser exemplo de como ser uma pessoa forte, honesta e dedicada.

A minha família que em todos os momentos estavam ali, não deixaram de acreditar em mim nem por um segundo, a minha irmã que em todos esses anos veio me apoiando e confiando que tudo daria certo, ao meu irmão que sempre estava segurando as pontas para garantir que todo o futuro fosse concluído e ao meu pai que em tempos difíceis ele sempre tinha palavras positivas para me inspirar e ajudar a seguir em diante.

Deixo os meus agradecimentos aos meus tios e primos que todas as vezes se orgulhavam, comemoraram junto comigo essa conquista e nunca desacreditaram de mim, um impulso que só eu sei o quanto eles contribuíram para isso.

Quero agradecer imensamente a minha esposa que sempre esteve ao meu lado, em todos esses anos de dificuldades, alegrias, felicidades, ela sempre esteve ao meu lado, me apoiando e se alegrando com cada conquista. Você é a minha inspiração e sempre será a mulher da minha vida, na qual eu me alegro em ter ao meu lado.

Em todos esses anos de faculdade criei laços extremamente fortes com amigos que estudaram comigo e moraram comigo, sendo eles do grupo “YAKUZA” e “JUNIN DA 11”, todos eles contribuíram imensamente para o meu desenvolvimento, com toda certeza a minha graduação teria sido mais difícil sem a presença desses amigos, então estarei aqui por vocês pelo resto da vida.

Agradecimento pelos que moraram comigo na “Casa Maluca” afinal foram diversos anos e criamos laços de família, onde sofremos, rimos, curtimos, nos divertimos, choramos, todos os sentimentos possíveis foram passados com esses

amigos que residiram comigo, o meu muitíssimo obrigado e lembrem que eu sempre estarei aqui por vocês.

Agradeço imensamente aos professores Marcelo Stipp e Edson Fontes e ao aluno do Mestrado em Engenharia Ambiental Loueverton Rodrigues que me acompanhou em todas as coletas e no laboratório com todas as análises e conclusões, por me ajudarem em meio a essa pandemia a concluir o meu TCC, sempre me animando e dizendo que era possível e que tudo daria certo.

RESUMO

Malaguti, A. **Avaliação da qualidade da água da represa Igapó II (Londrina – PR) a partir do diagnóstico de bioindicadores bentônicos.** 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Coordenação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021

Os ecossistemas aquáticos continentais têm sofrido uma série de impactos, dentre os quais se destacam aqueles provocados pela urbanização, tais como assoreamento, poluição e supressão da mata ciliar. Nesse contexto, tem se revelado premente o desenvolvimento de métodos eficazes de análise e avaliação das condições ambientais, com o intuito de fornecer subsídios para a gestão e conservação desses ecossistemas. O presente trabalho avaliou a qualidade da água da represa Igapó II (Londrina-PR) a partir do diagnóstico de bioindicadores aquáticos (macroinvertebrados bentônicos). Foram demarcados 4 pontos de coleta, sendo realizadas 3 amostragens em cada um, foram coletados exemplares da fauna bentônica com a draga de Van Veen, bem como amostras da água para análise da temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica utilizando um equipamento de multiparâmetro. No laboratório todo o material biológico foi triado, analisado e identificado onde o Filo encontrado foi o Molusca com seis famílias diferentes, as famílias são bioindicadores resistentes a poluição e tolerantes a poluição. Os resultados observados com os bioindicadores foram confrontados com aqueles obtidos a partir das análises físicas e químicas das amostras de água e comparados com a Resolução do CONAMA 357/2005, que classifica a represa Igapó II como Classe II. Todos os parâmetros estão em conformidade com a resolução, entretanto a condutividade elétrica em alguns pontos possui um valor excedente ao permitido de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, esse valor elevado indica que há alguma inconformidade ambiental. Concluiu-se que os bentos da represa Igapó II indicaram que as condições ambientais não estão em condições boas, em corroboração com valores elevados de condutividade elétrica ao longo de toda a represa. Portanto, os bioindicadores bentônicos se revelaram capazes de indicar a *status* ambiental do ecossistema estudado.

Palavra Chave: Bacia Ribeirão Cambé; Impactos Ambientais; Bivalves; Bioindicação

ABSTRACT

Malaguti, A. **Evaluation of the water quality of the Igapó II dam (Londrina - PR) based on the diagnosis of benthic bioindicators.** F. Course Conclusion Paper (Bachelor of Environmental Engineering) - Coordination of Environmental Engineering, Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2021

The continental aquatic ecosystems have suffered a series of impacts, among which are those caused by urbanization, such as siltation, pollution and suppression of riparian forest. In this context, the development of effective methods of analysis and evaluation of environmental conditions has been pressing, in order to provide subsidies for the management and conservation of these ecosystems. The present study evaluated the water quality of the Igapó II dam (Londrina-PR) based on the diagnosis of aquatic bioindicators (benthic macroinvertebrates). Four collection points were demarcated, with 3 samplings being made in each one. Benthic fauna specimens were collected with the Van Veen dredge, as well as water samples for analysis of temperature, turbidity, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity using equipment multiparameter. In the laboratory, all biological material was screened, analyzed and identified where the phylum found was the mollusk with six different families, the families are pollution-resistant and pollution-tolerant bioindicators. The results observed with the bioindicators were compared with those obtained from the physical and chemical analyzes of the water samples and compared with CONAMA Resolution 357/2005, which classifies the Igapó II dam as Class II. All parameters are in compliance with the resolution, however the electrical conductivity in some points has a value exceeding the allowed value of 100 $\mu\text{s} / \text{cm}$, this high value indicates that there is some environmental non-compliance. It was concluded that the benthos of the Igapó II dam indicated that the environmental conditions are not in good condition, in corroboration with high values of electrical conductivity throughout the entire dam. Therefore, benthic bioindicators proved to be capable of indicating the environmental status of the studied ecosystem.

Key Word: Ribeirão Cambé Basin; Environmental impacts; Bivalves; Bioindication

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atlas da cidade de Londrina indicando suas bacias.....	16
Figura 2 - Represas internas da cidade de Londrina, bacia ribeirão Cambé, Imagem obtida através do progama QGIS. 29/09/2020	16
Figura 3 - Macroinvertebrados benônicos do filo Mollusca.....	21
Figura 4 – Principais famílias e suas divisões entre resistentes, tolerantes e intolerantes a poluição..	22
Figura 5 - Vista de satélite da cidade de londrina com foco na represa Igapó II e as demarcações dos pontos de coleta 1,2,3 e 4.	23
Figura 6 - Triagem do material no laboratório.....	29
Figura 7 – Realizando limpeza do material coletado	29
Figura 8 - Material Acondicionado no laboratório	30
Figura 9 - Famílias de bioindicadores identificadas no Ponto 1.....	35
Figura 10 – Amostra de bioindicadores identificados no ponto 2	36
Figura 11 – Amostra dos bioindicadores identificados no Ponto 3	36
Figura 12 - Amostra dos bioindicadores identificados no ponto 4	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais Utilizados para Coleta dos bentos e amostras de água	24
Tabela 2 - Materiais Utilizados na Identificação dos Bioindicadores.....	26
Tabela 3 - Aparelhos utilizados para medição dos parâmetros físico-químico. 30/09/2020	30
Tabela 4 - Todas as Famílias encontradas e identificadas	34
Tabela 5 - Abundância do número de indivíduos de famílias encontradas em cada ponto	38
Tabela 6 - Índices de Shannon	39
Tabela 7 - Quantificação total das famílias encontradas na represa Igapó II	39
Tabela 8 – Valores de Bioindicação (INDVal) das famílias coletadas na represa Igapó II	39
Tabela 9 - Parâmetros físico-químico dos quatro pontos de coleta	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	REFERENCIAL TEORICO	13
3.1	URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	13
3.2	CORPOS HÍDRICOS URBANOS DE LONDRINA.....	15
3.3	BIOINDICADORES AMBIENTAIS	17
3.3.1	Macroinvertebrados Bentônicos	20
4	METODOLOGIA	23
4.1	ÁREA DE ESTUDO	23
4.2	AMOSTRAGEM.....	24
4.3	PARÂMETROS BIOLÓGICOS	26
4.4	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	30
4.5	ANÁLISE DE DADOS.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÃO	43
	SUGESTÃO	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da atualidade é a preservação e conservação de ambientes equilibrados para essa e as futuras gerações. Cada vez mais os cientistas, procuram mecanismos para analisar e qualificar os ambientes, utilizando de ferramentas cada vez menos impactantes e que gerem a menor intervenção possível, evitando afetar ou alterar esses espaços (FERREIRA 2014).

Um dos métodos utilizados com essa finalidade é a identificação de bioindicadores de qualidade ambiental. Os bioindicadores são espécies, gêneros, famílias ou ordens cuja ausência ou presença, abundância e condições são indicativos biológicos de uma determinada condição ambiental. Comumente se avalia a existência de correlação entre as informações sobre os bioindicadores com a ocorrência de um determinado fator antrópico ou natural com potencial impactante, funcionando como importante ferramenta na avaliação da integridade ecológica (LAZORCHAK 2003).

Segundo Callisto e Moreno (2006), bioindicadora é aquela espécie que possui uma pequena tolerância a variações ambientais e, quando presente em determinada área, revela um conjunto de condições particulares daquele ambiente. O que caracteriza a bioindicação, é essa relação entre os fatores ambientais e os seres vivos. Dessa forma, quando um ecossistema passa por qualquer alteração, seja por ação antrópica ou natural, há uma variação nas populações dos organismos. Nesse contexto, cabe destacar que cada espécie tende a apresentar um padrão de variação diferente frente às variações ambientais: são tolerantes, toleram menos ou não toleram.

As comunidades ecológicas quando se encontram na presença de determinados tipos de poluentes tendem a sofrer variabilidade em densidade e riqueza, com isso são capazes de expressar o efeito, negativo ou positivo, que as ações antrópicas ou naturais possam ter causado ao meio ambiente. Essa resposta permite uma avaliação biológica eficiente na identificação dos fatores atuantes (COLPO 2009).

A tolerância a esses estresses ecológicos é o que irá favorecer ou desfavorecer determinado bioindicador. Portanto os mais utilizados são aqueles capazes de diferenciar entre oscilações naturais e alterações antrópicas, o que possibilita indicar

a presença e, talvez, a dimensão de um determinado impacto no ambiente (HIGUTI 2002).

A represa Igapó II foi urbanizada por volta dos anos 2000 e hoje em dia se tornou um grande ponto turístico, atraindo pessoas de outras cidades da região. Não somente turistas, como também as pessoas de Londrina, que visitam assiduamente o local para usufruírem para seu próprio lazer. Além disso, a represa Igapó trouxe um desenvolvimento muito rápido para a região, sendo atualmente uma das regiões de maior valor econômico do município. (CABREIRA 1992).

A posição geográfica da represa Igapó, localizada próxima à Prefeitura de Londrina, com inúmeros condomínios verticais assim como de shoppings, faz com que a região passe por constantes investimentos em infraestrutura, pois não só estimulou como continuando estimulando investimentos de grandes construtoras de alto padrão na região. O comércio, que se instala cada vez mais nos arredores da represa também está voltado para o público dos condomínios (BERTOLO 2010).

Porém, com todo esse desenvolvimento no setor imobiliário a região tem o lado negativo do agravamento do assoreamento da represa, que já sofre com esse impacto advindo de seus afluentes que estão passando por processos erosivos afetando assim, de maneira negativa as condições ambientais do ecossistema. Além disso a extensão de suas áreas de mata ciliar não é condizente com o necessário para o tamanho do lago (LORENZO 2011).

A utilização dos bioindicadores de qualidade da água é extremamente significativa para a realização de um biomonitoramento eficiente, em razão de suas peculiaridades a determinados tipos de impacto, bem como pela sensibilidade que apresentam em face a sua tolerância às adversidades ambientais, inclusive a determinados tipos de poluentes. Desta forma, a abordagem do biomonitoramento se fundamenta em pesquisas de campo, as quais buscam analisar as alterações estruturais e funcionais encontradas em determinado local (ARIAS 2007).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água da represa Igapó II (Londrina-PR) a partir do diagnóstico de bioindicadores macroinvertebrados bentônicos e comparar sua eficácia com a análise das variáveis físicas e químicas ao longo da represa. Concomitantemente buscou-se avaliar a eficiência da análise de bioindicadores na detecção de impactos ambientais eventualmente observados no ecossistema estudado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade da água da represa Igapó II (Londrina-PR) a partir do diagnóstico de bioindicadores bentônicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as famílias bioindicadoras bentônicas da represa Igapó II para verificar o *status* da qualidade ambiental do ecossistema;
- Analisar as variáveis físicas e químicas da água na represa Igapó II;
- Avaliar a relação entre a ocorrência de bioindicadores bentônicos e as variáveis físicas e químicas da água da represa Igapó II;

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

O intenso crescimento populacional dos grandes centros urbanos tem sido notório nas últimas décadas e esse fato traz, inúmeras preocupações, pois os recursos naturais são finitos e devido ao modo de vida contemporâneo e seu intenso consumismo e desperdício, pode vir a gerar um grande colapso ambiental na sua exploração contínua (IBGE 2019).

Essa preocupação com o meio ambiente sempre esteve em discussão pelo planeta. No século XIX, por exemplo, a chuva ácida era debatida na Inglaterra em razão dos seus riscos para a sociedade. Todo esse aumento de poluição foi gerado quando as populações aumentaram desenfreadamente, gerando mais poluição e desmatamento, dentre outros impactos (TOMMASI 1994).

A urbanização em condições precárias de saneamento, coleta de resíduo e abastecimento acentua ainda mais estes riscos para as populações em situação de vulnerabilidade social. Os desastres ambientais aumentam em função que a população cresce em um contexto de mais desigualdade social. Portanto essa urbanização possui também o seu lado negativo que seria à degradação ambiental provocada pelo excesso de consumo urbano, a degradação ambiental decorrente do crescimento desordenado e socialmente desigual das cidades nas regiões urbanas de todo o mundo (CEPAL 2008).

O aumento da urbanização em vários locais do mundo, tem promovido diversos impactos. Como aumento do número de pessoas, aumenta o número de empreendimentos, o que pode causar severos danos à natureza tais como: poluição, desmatamento, redução da biodiversidade, geração de mais esgoto, produção de resíduos, mudanças climáticas, dentre outros (ONU 2010).

Quando as redes urbanas começaram a se expandir, em geral, sem planejamento, o uso e ocupação do solo indevidos começaram a se revelar em áreas, como encostas de morros, áreas de preservação permanente e áreas onde deveriam estar matas ciliares. Os impactos são gerados no instante em que se ocupa um local onde só deveria existir natureza, tendo como consequência catástrofes como alagamento ou desmoronamento de residências, gerando graves impactos secundários (UNFPA 2011).

Outro grande fator de impactos ambientais urbanos é a impermeabilização do solo em grandes cidades, não se permitindo a infiltração adequada devido aos grandes polos concretados ou asfaltados, o que prejudica o abastecimento do lençol freático. A impermeabilização do solo se soma à produção cada vez maior de resíduos pelas áreas urbanas, os quais tendem, dentre outros efeitos, a se acumular em galerias pluviais e promover inundações. Outro problema é a própria coleta de resíduos, que quanto maior a população, mais difícil se torna (RODRIGUES 2019).

Então, com este cenário, considerando os mais diferentes tipos de impactos ambientais urbanos é necessária a elaboração de políticas públicas voltadas ao meio ambiente que sejam mais eficazes, que seja assegurada maior fiscalização, melhor planejamento e a devida conscientização da própria população.

Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938/81), impacto ambiental é aquele causado por ações antrópicas ao meio ambiente. Os impactos ambientais podem ser tanto positivos quanto negativos, sendo que o negativo deve ser estimado o potencial dano para que não ocorra alguma catástrofe. Sabendo disso, o que pode avaliar o dano de novos empreendimentos é a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que consiste em um relatório, no qual se pode averiguar as dimensões do impacto que o mesmo irá causar, cabendo ao órgão responsável verificar se o local está de acordo com as leis ambientais vigentes.

Como o desenvolvimento da sociedade e o entendimento de que certas operações poderiam prejudicar o meio ambiente, surgiu então a preocupação com o depósito de resíduos diretamente no meio ambiente. Contudo, é de extrema importância conhecer as diretrizes entre a sociedade e a natureza para garantir a conservação dos nossos ecossistemas (ONU 2010).

A partir da década de 70 diversos países adotaram o sistema de EIAs (Estudo de Impacto Ambiental). O EIA tem sido considerado como uma excelente forma para avaliar o planejamento do estudo da área tratada, em todos os níveis, permitindo que o mesmo seja executado com fins de conservação observando os danos que isso possa causar no meio ambiente e na sociedade. Como o objetivo é tornar um projeto ambiental viável, devem-se propor alternativas tecnológicas que minimizem os efeitos indesejáveis no local de estudo, bem como alternativas locais que evitem a implantação do projeto em ambientes impróprios e impactantes (CALLISTO 2009).

Segundo a Lei 6938/81 necessita averiguar a procedência dos empreendimentos, implementando o Estudo de Impactos Ambientais, o Relatório de

Impactos Ambientais e a Avaliação de Impactos Ambientais. Portanto a licença ambiental será conseguida através dos documentos de Estudo de Impactos Ambientais e do Relatório de Impactos Ambientais, com o propósito de trazer o melhor ambientalmente para o local em questão.

Dessa forma, o EIA foi implementado com sucesso por vários países, e o seu uso tem se tornado obrigatório para qualquer empreendimento potencialmente poluidor. O primeiro EIA realizado no Brasil foi o da Barragem e Usina Hidrelétrica de Sobradinho, em 1972. No entanto, o estabelecimento de critérios básicos pelo CONAMA ocorreu somente em 1986, através da sua Resolução 001/86 (GOULART 2009).

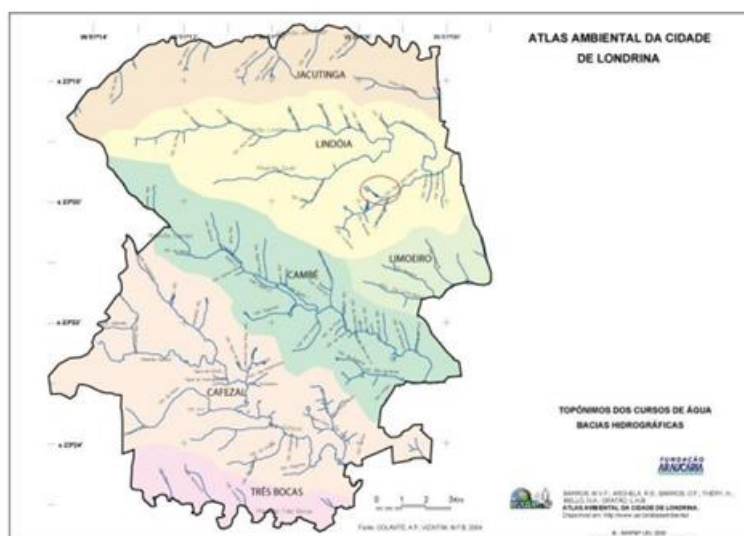
A própria poluição gerada pelo ser humano ao despejar efluentes não tratados diretamente nos corpos hídricos acarreta sérios problemas tais como: elevação da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), diminuição do oxigênio dissolvido, alterar o pH, a turbidez da água, condutividade elétrica, sólidos suspensos. A alteração de cada um desses componentes pode designar um determinado problema, por exemplo quanto há um aumento na DBO, o oxigênio dissolvido tende a diminuir, o que dificulta a vida dos seres vivos daquele ecossistema. (CETESB 2009).

De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), publicou Resoluções como a 357/2005 e a 430/2011, para que possamos preservar melhor nossos corpos hídricos estipulando números mínimos e máximos de concentrações de determinado componente químico. Todos os corpos hídricos possuem uma classificação estabelecida pelas Resoluções que permite mensurar o poder do corpo d'água de se auto depurar. Hoje, para conseguirmos saber se um corpo hídrico está de acordo com a Norma, precisa efetuar amostras e posteriormente levar as coletas ao laboratório para análise dos parâmetros físico-químicos, com o intuito de verificar as concentrações de determinados compostos químicos, assim sendo capaz de classificá-lo.

3.2 CORPOS HÍDRICOS URBANOS DE LONDRINA

O Município é composto pelas seguintes Bacias: Jacutinga, Lindóia, Limoeiro, Cambé, Cafezal e Três Bocas. Conforme a figura 1.

Figura 1 - Atlas da cidade de Londrina indicando suas bacias

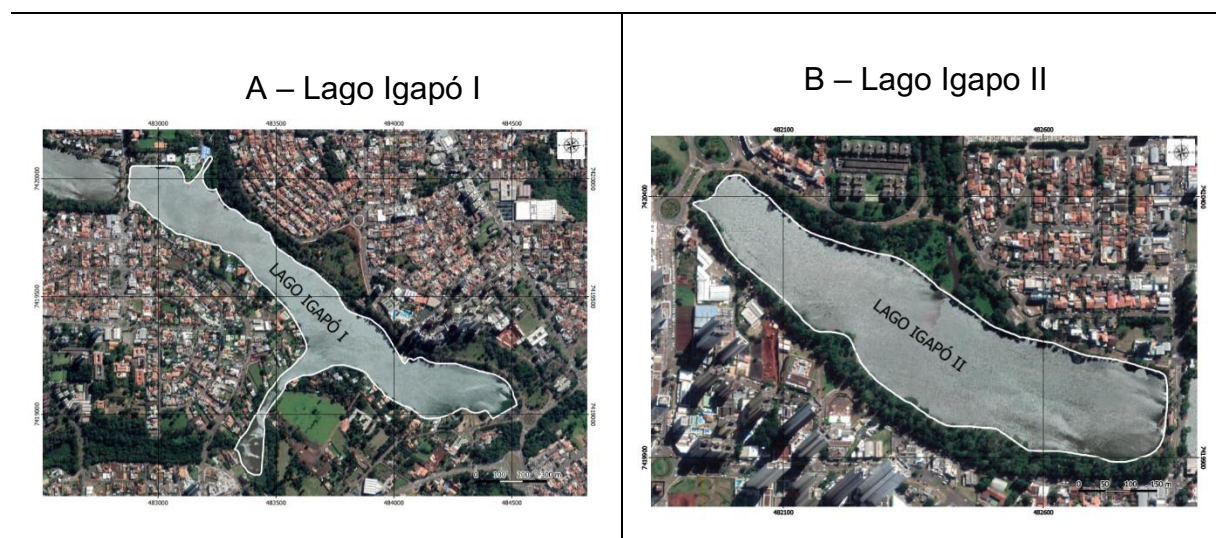


Fonte: Universidade Estadual de Londrina 2009.

Um dos principais atrativos turísticos da cidade de Londrina é a represa Igapó, normalmente identificado por Lago, 1, 2, 3 e 4, que juntos compõem trechos significativos do ribeirão Cambé e grande parte do ecossistema da região e possuem importância social acentuada, visto que são áreas de lazer coletivo.

As represas estão representadas na Figura 2.

Figura 2 - Represas internas da cidade de Londrina, bacia ribeirão Cambé, Imagem obtida através do programa QGIS. 29/09/2020



C – Lago Igapó III



D – Lago Igapó IV



A represa Igapó II situado no Município de Londrina, possui área aproximada de 168.680 m². Criado na segunda metade do século XX, mais precisamente em 1959 com o intuito de represar o Ribeirão Cambé. Porém, os anos seguintes da inauguração foram de extremo abandono por conta da sua posição geográfica, pois estava localizado próximo a um depósito de lixo, até que em 1973 a represa recebeu um projeto de revitalização (ASARI E TUMA, 1978).

3.3 BIOINDICADORES AMBIENTAIS

Os bioindicadores são espécies ou grupos de espécies que possuem pequena tolerância a variações ambientais e, quando presentes em determinada área, revela um conjunto de condições particulares daquele ambiente (Callisto e Moreno, 2006). Portanto, a presença ou a falta deles podem ser indicativos de uma variabilidade no ambiente. Os bioindicadores estão relacionados com ações antrópicas ou naturais e, por isso, podem contribuir com a análise da condição ecológica do ecossistema. Os bioindicadores mais utilizados são os que possuem a capacidade de tolerar ou ser resistente a uma determinada ação e reagir a ela de alguma forma, dentre os quais se destacam os “macroinvertebrados” bentônicos (CALLISTO ET AL. 2001).

Os bioindicadores respondem eficientemente à presença ou ausência de um contaminante, fornecendo dados relacionados às condições de um ambiente específico (Frontalini e Coccioni, 2011). No Brasil, a ecotoxicologia aquática tem sido utilizada para além da análise de produtos químicos e parâmetros físico-químicos parâmetros de qualidade da água, constituindo um importante instrumento de

monitoramento de recursos hídricos (Tavares, 2014). Nesse sentido, enquanto as análises químicas identificam e quantificam a concentração de substâncias tóxicas, os testes de toxicidade avaliam o efeito dessas substâncias sobre os sistemas biológicos.

No que se refere ao monitoramento ambiental, o principal objetivo é diagnosticar problemas ambientais, impactos e perturbações no meio, dentre eles aqueles que afetam os organismos vivos, tais como os peixes e macroinvertebrados bentônicos (ROSENBERG et al., 1999; EGLER et al., 2012; COE et al., 2013, FEIO et al., 2014; SMETANOVÁ et al. 2014).

A precisão das respostas dos bioindicadores pode ser testada, de acordo com Lima et al. (2003) e Paula (2010), a partir da realização de amostragens aleatórias, de modo a expressar a estabilidade da sua variação no espaço e ao longo do tempo. Nesse contexto, tem sido cada vez mais importante se utilizar dos bioindicadores, contudo, por vezes, a bioindicação não é utilizada pela falta de confiabilidade.

Nos Estados Unidos a Agência de Proteção Ambiental (EPA – Environmental Protection Agency) utiliza do uso de bioindicadores para a complementação de provas referentes às informações sobre qualidade de água, ou seja, complementando as análises dos parâmetros físicos e químicos (USEPA 2013).

O que caracteriza de fato a bioindicação, é a relação entre os fatores ambientais e os bioindicadores. Assim, quando um ecossistema passa por qualquer turbulência, seja por ação antrópica ou natural, espera-se uma variação nas populações dos organismos do local afetado. Dessa forma, cada família possui um padrão de variação diferente, ou são tolerantes, ou toleram menos ou não toleram.

Segundo Chalar (1994), os bioindicadores corroboram com um determinado ambiente o que os caracterizam, quando se obtém o conhecimento do seu comportamento frente a fatores abióticos e estressantes (poluição, contaminação por efluente, dentre outros). Quando as comunidades ecológicas se encontram na presença de determinados tipos de poluentes na água, sofrem uma determinada variabilidade em densidade e riqueza, com isso são capazes de indicar o efeito, negativo ou positivo que as ações antrópicas ou naturais podem ter causado ao meio ambiente, permitindo uma avaliação biológica eficiente na identificação dos fatores atuantes.

Segundo Bis e Kosmala (2001), os macroinvertebrados são organismos visíveis a olho nu (macro) e com ausência de coluna vertebral (invertebrados). A coletividade

de organismos denominados “bentônicos” significa que tem seu habitat no substrato de corpos d’água. Esses animais são muito utilizados nos processos de avaliação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas em ecossistemas aquáticos continentais. Dessa forma, podem ser relevantes para indicação da qualidade da água de um determinado local (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO 2005).

Callisto et al. (2004) mostram em seus artigos e estudos que o uso de macroinvertebrados é relativamente de fácil manuseio e baixo custo. Devido à sua alta sensibilidade às variações das condições ambientais o seu nível de diagnóstico é bem elevado em relação a outros parâmetros. O princípio no uso desses organismos é simples: quando colocados em condições diferentes com as quais estão acostumados a viver, eles se adaptam ou não resistem. (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO 2005).

Para manter os ecossistemas de uma forma equilibrada, é necessário monitorar todos os parâmetros que possam prejudicar o corpo hídrico. Por isso o monitoramento ambiental é tão importante e funciona como uma ferramenta essencial para a sociedade, através do qual se pode avaliar o estado de preservação ou grau de degradação do ecossistema, fornecendo recursos para que o mesmo possa se recuperar ou eliminar o fator degradante.

O monitoramento biológico é caracterizado por diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multímetros, tendo base a utilização de bioindicadores de qualidade de água e habitat. O método abrange o levantamento e a avaliação de modificações na riqueza das famílias e índices de diversidade; riqueza de organismos resistentes; medidas de produtividade primária e secundária; famílias sensíveis não tolerando o meio e a sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas dentre outros (BARBOUR ET AL. 1999).

Yokoyama et al. (2012), destacam que para a avaliação da qualidade da água é muito importante o papel dos bioindicadores. Os bioindicadores de ambientes aquáticos apresentam repostas diretamente relacionadas à dinâmica do ciclo hidrológico anual, o que pode variar de acordo com a sazonalidade do corpo hídrico estudado, por isso a importância em se realizar estudos ao longo de períodos diferentes do ano.

3.3.1 Macroinvertebrados Bentônicos

Morais et al. (2015) utilizando os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e os de origem urbana/industrial, concluíram que os efluentes produzidos pelas cidades e indústrias, são mais agressivos aos ambientes aquáticos que os efluentes drenados de uma lavoura manejada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

Milesi et al. (2008) realizaram um estudo dos efeitos dos metais Cobre e Zinco em comunidades de macroinvertebrados bentônicos, em razão desses metais pesados estarem presente em fertilizantes e pesticidas além de resíduos orgânicos provenientes de áreas urbanas. Estudos como esse demonstram como os bioindicadores podem ser utilizados na identificação de impactos e análise da qualidade da água em drenagens urbanas ou rurais.

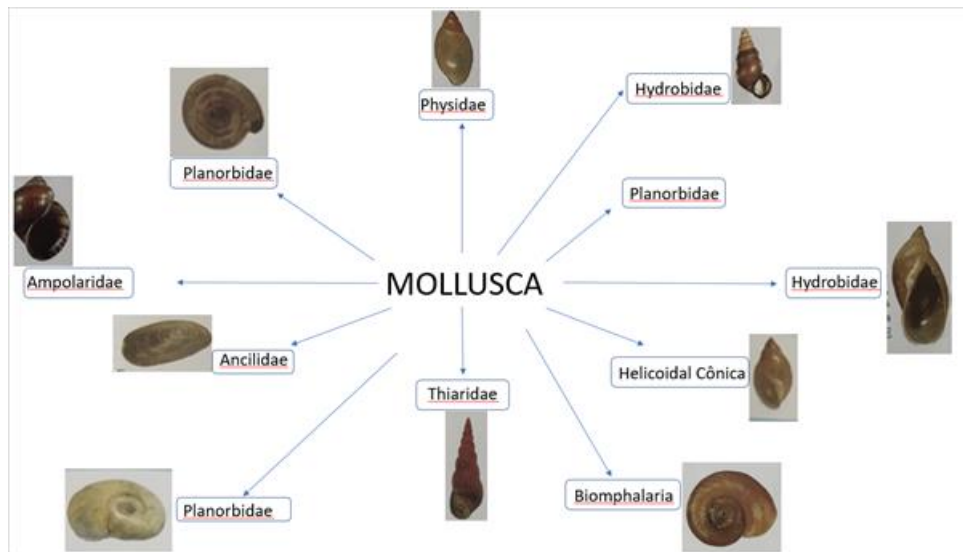
Segundo França et al. (2008), organismos tolerantes vivem preferencialmente em águas limpas, mas podem tolerar o início do processo de poluição. Comumente vivem no fundo, debaixo de pedras, nas margens ou nadando nos rios. Os organismos resistentes podem ser chamados de “bioindicadores de má qualidade de água”, pois sobrevivem em locais muito poluídos também vivendo no fundo dos rios, mas enterrados na areia ou lama, desde águas limpas até as sujas e sem oxigênio.

Entre os macroinvertebrados bentônicos, o grupo Oligochaeta desempenha um papel importante, representando um dos mais abundantes (Takeda, 1999; Ezcurra de Drago et al., 2005; Takeda et al., 2017), ocorrendo em quase todos os ambientes de água doce neotropicais (Stevaux e Takeda, 2002; Behrend et al., 2009; Ragonha et al., 2013; Gonzáles, 2015; Flores e Aguirre 2003).

Os moluscos, representados pelos bivalves, mexilhões, ostras e vieiras, têm em comum a característica de filtração, ou seja, usufruem das microalgas presentes na água ou sedimento para se alimentar, dessa forma concentram uma grande quantidade de substâncias químicas, resíduos orgânicos e inorgânicos, e microrganismos presentes na água (MORAES, 2000). Portanto toda a concentração dos compostos químicos presentes em seus corpos indica as condições ambientais nas quais estão vivendo. A alguns moluscos chegam a filtrar até 100 litros de água por dia (DAME 1996).

As Figuras 3 e 4, apresentam alguns exemplares dos principais familia do Filo Mollusca.

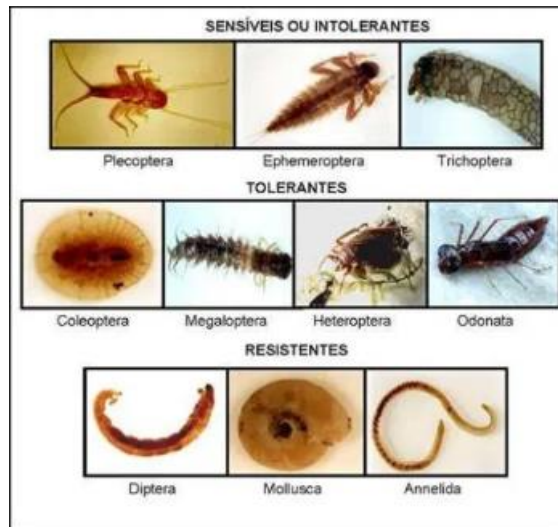
Figura 3 - Macroinvertebrados benéficos do filo Mollusca.



Fonte: Aatoria Própria.

Segundo Callisto et al (2009), o monitoramento ambiental preventivo dos ecossistemas é utilizado para a avaliação de riscos ecológicos. Como existe uma diversidade de impactos ambientais sobre ecossistemas aquáticos, o controle ambiental deve envolver uma abordagem integrada, a partir da análise qualidade do corpo hídrico e de seus parâmetros em conformidade com as Resoluções do CONAMA 357/2005 e 430/2011.

Figura 4 – Principais famílias e suas divisões entre resistentes, tolerantes e intolerantes a poluição..



Fonte: Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.

Um corpo hídrico com água de má qualidade contará majoritariamente com organismos tolerantes porque as outras famílias, não serão capazes de sobreviver a alterações no meio nesse contexto, no entanto, quando a qualidade da água for boa, deverá conter uma grande variedade de espécies sensíveis, tolerantes e resistentes (MORENO e CALLISTO 2010)

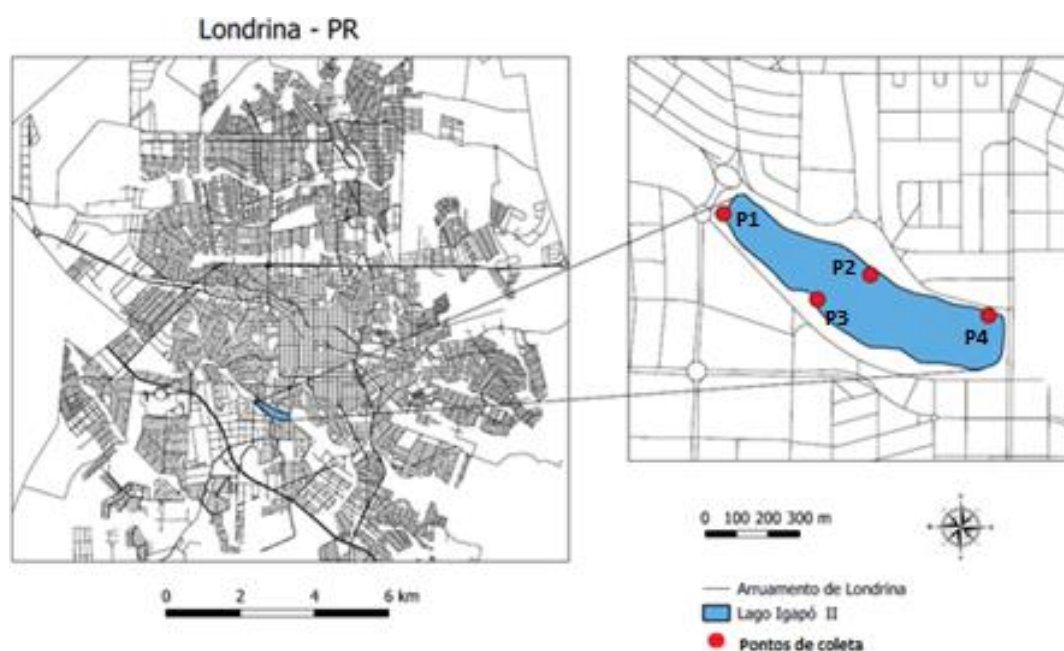
4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Londrina está situada no norte do Paraná, e próximo ao rio Tibagi, o qual possui aproximadamente uma área de 24.000 km² e é um dos principais corpos hídricos pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. Segundo a classificação de Koppen-Geiger, o clima de Londrina é do tipo Cfa - Úmido em todas as estações, verão quente, indicando um clima sub tropical com verões quentes e precipitações concentradas nos meses de verão e não possuem estação seca definida (IAPAR 2010).

As coletas foram realizadas na represa Igapó 2, a partir da seleção de 4 pontos de amostragem sendo feita três réplicas em cada ponto, de acordo com a Figura 5.

Figura 5 - Vista de satélite da cidade de Londrina com foco na represa Igapó II e as demarcações dos pontos de coleta 1,2,3 e 4.



Fonte: Autoria própria.

A seleção dos pontos de amostragem seguiu o gradiente longitudinal da represa. A coleta dos bioindicadores foi realizada dia 07 de agosto das 06:00 horas às 13:00 horas, portanto, no período do inverno, quando há uma tendência de redução da precipitação pluviométrica.

Os pontos serviram para avaliar o comportamento da qualidade da água ao longo da represa Igapó II, portanto iniciou na montante, pelo início, depois as zonas laterais (tanto do lado direito quanto do lado esquerdo) e no final a jusante, para analisar a distribuição dos bioindicadores ao longo da represa, como indica a Figura 5.

4.2 AMOSTRAGEM

As amostragens foram realizadas no fundo da represa Igapó II com o auxílio draga de Van Veen, luvas descartáveis e pinças, as amostras foram dispostas em bandejas e baldes plásticos e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos de 5L (Tabela 1) e conduzido até o Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada (LETA) da UTFPR (Câmpus Londrina).

Para a coleta foram utilizados os seguintes itens de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1 - Materiais Utilizados para Coleta dos bentos e amostras de água

Disco de secchi para a medição da profundidade dos pontos de coletas.



Luvas para o manuseio das amostras e para efetuar as coletas.



Utilização de pinças para auxílio na obtenção das amostras.



Utilização das bandejas para despejar o que foi coletado com a Draga de VANVEEN, e posteriormente realocado para os sacos plásticos de 5 litros.



Utilização de potes de vidro para amostras de água de cada ponto de coleta.



Utilização do saco plástico de 5 litros para acondicionar amostras coletadas pela draga.



Baldes para transportar os sacos com as amostras e não ter perigo de rompe-los.



Draga de Vanveen utilizada para captura de amostras do fundo da represa.



Fonte: Autoria Própria.

Para aumentar a representatividade de famílias durante a amostragem, foram realizadas três coletas em cada ponto com distanciamento de 6 metros.

4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

No Laboratório as amostras de bioindicadores foram peneiradas e lavadas em água corrente utilizando peneiras de malhas 4mm, 2mm, 1,18mm e 0,850mm (Tabela 2), sendo em seguida acondicionadas em potes de vidro com álcool 70% para conservação do material biológico. As amostras foram etiquetadas e posteriormente analisadas para identificação taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos coletados a partir de manuais especializados pertencentes ao LETA/UTFPR/Campus Londrina.

A Tabela 2 apresenta os materiais utilizados para a análise das amostras no laboratório:

Tabela 2 - Materiais Utilizados na Identificação dos Bioindicadores

Pinças esterilizadas para encontrar os macroinvertebrados bentônicos no meio do sedimento de cada amostra.



Conjunto de peneiras com quatro diferentes malhas, devidamente esterilizada, para a triagem dos bentos, enquanto se eliminava todo tipo de matéria orgânica, resíduo e sedimento das amostras. A foto ao lado corresponde à peneira de malha 4mm.



Conjunto de peneiras com quatro diferentes malhas, devidamente esterilizada, para a triagem dos bentos, enquanto se eliminava todo tipo de matéria orgânica, resíduo e sedimento das amostras. A foto ao lado corresponde à peneira de malha 2mm.



Conjunto de peneiras com quatro diferentes malhas, devidamente esterilizada, para a triagem dos bentos, enquanto se eliminava todo tipo de matéria orgânica, resíduo e sedimento das amostras. A foto ao lado corresponde à peneira de malha 1,18mm.



Conjunto de peneiras com quatro diferentes malhas, devidamente esterilizada, para a triagem dos bentos, enquanto se eliminava todo tipo de matéria orgânica, resíduo e sedimento das amostras. A foto ao lado corresponde à peneira de malha 0,850mm.



Potes de vidro para armazenamento do material.



Luvas para manuseio do material.



Álcool para conservar as amostras.



Fonte: Autoria Própria.

No laboratório as amostragens de sedimentos com macroinvertebrados foram processadas passando pela lavagem com auxílio das peneiras, com o objetivo de triar e identificar os bioindicadores macroinvertebrados bentônicos (Figuras 6, 7). Posteriormente os organismos identificados foram acondicionados em potes de vidro com álcool 70%, para identificação dos espécimes em menor ordem taxonômica (Figura 8), utilizando chaves de identificação e literatura específicas.

Figura 6 - Triagem do material no laboratório



Fonte: Autoria Própria.

Figura 7 – Realizando limpeza do material coletado



Fonte: Autoria Própria.

Figura 8 - Material Acondicionado no laboratório



Fonte: Autoria Própria.

Foi realizado a identificação das famílias do filo Mollusca através do auxílio do livro (Manual de identificação de macro invertebrados aquáticos), assim pode-se finalizar as análises e iniciar as estatísticas e conseguir discorrer sobre as famílias encontradas.

4.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

No campo foram coletadas amostras de água com potes de vidro para análise das variáveis físicas e químicas (Temperatura, Umidade Relativa, Oxigênio Dissolvido, pH, Turbidez e Condutividade Elétrica, utilizando o equipamento multiparâmetro da marca HANNA instruments modelo HI98194 (Tabela 3).

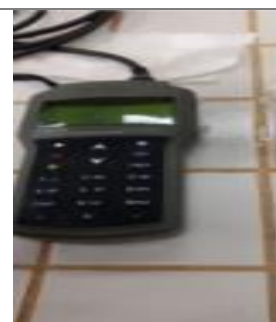
As amostragens de água para análise das variáveis físicas e químicas foram realizadas com os equipamentos descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Aparelhos utilizados para medição dos parâmetros físico-químico. 30/09/2020

Medidor de Umidade Relativa do AR.



Disco de Secchi

Medidor Multiparâmetro.

Fonte: Autoria Própria

Os resultados das análises foram confrontados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, os quais classificam esse trecho do ribeirão Cambé como Classe 2.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados biológicos e físicos químicos foram avaliados estatisticamente, sendo calculado a média e o desvio padrão das amostras encontradas para posteriormente ser calculado o índice de Shannon.

Após se calcular a média das famílias e dos parâmetros físicos e químicos também foram encontradas o desvio padrão para obter a variação das famílias ao longo da represa, utilizando a seguinte equação:

$$Dp = \sqrt{\sum(xi - x)/n} \quad (1)$$

Onde o xi representa o valor individual, o x a média dos valores e por fim o n número de valores.

Para se calcular o índice de Shannon foi utilizada a seguinte equação:

$$H' = -\sum Pi \log Pi \quad (2)$$

Onde Pi é a frequência relativa da espécie, e o símbolo de negativo antes do somatório é para que o índice tenha valor positivo como mostra a equação (3).

$$P_i = \frac{N}{n_i} \quad (3)$$

Onde N é o número total de indivíduos do ecossistema analisado e n_i é o número de indivíduos da espécie i.

Foi analisado o índice de Shannon para avaliar a sua diversidade, equabilidade e abundância dos grupos de bioindicadores coletados.

Podendo avaliar melhor as quantidades de bioindicadores, agrupados de acordo com suas características, assim obtendo um percentual de cada grupo funcional, ou seja, para poder ser avaliado quais bioindicadores são resistentes, não resistentes e tolerantes.

No presente estudo aplicou-se o INDVAL (Valor de Indicação da Espécie; Dufrene e Legendre, 1997) com o intuito de verificar quais são as famílias de bioindicadores dos diferentes pontos de amostragem na represa Igapó II. O Indval não depende de uma série histórica longa para que apresente resultados válidos, até porque na prática ainda são raros os bancos de dados disponíveis que contemplem informações sobre a história ambiental de um determinado ecossistema.

O índice foi calculado através do programa PC-ORD (McCune e Mefford, 1997) e para fornecer o resultado, um valor numérico de importância, é calculado a princípio a proporção entre a abundância da espécie num grupo específico e sua abundância entre todos os grupos, de acordo com a equação:

$$x_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} a_{ijk}}{n_k} \quad (4)$$

Onde:

x_{kj} = abundância média da espécie j no grupo k (ribeirão pode ser um exemplo de grupo);

n_k = número de amostras no grupo k (pontos por exemplo);

a_{ijk} = abundância da espécie j na amostra i do grupo k.

O programa calcula a abundância relativa (RA_{jk}) da espécie j no grupo k:

$$RA_{jk} = \frac{x_{kj}}{\sum_{k=1}^g x_{kj}} \quad (5)$$

Sendo g o número total de grupos.

Prosseguindo tem-se a transformação desse resultado numa matriz de presença e ausência, ou seja:

$$b_{ij} = a_{ij}^0 \quad (6)$$

Portanto o programa calcula a frequência relativa da espécie j no grupo k , como RF_{kj} :

$$RF_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} b_{ijk}}{n_k} \quad (7)$$






Combinando as equações (4) e (7) obtém-se através da equação (8) em porcentual o valor de indicação (IV), quanto maior o valor mais representatividade a espécie tem no ponto em questão:

$$IV_{kj} = 100(RA_{jk} * RF_{kj}) \quad (8)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise laboratorial, foram identificadas as seguintes famílias de macroinvertebrados do Filo Mollusca na represa Igapó II: Hyriidae, Thiaridae, Ampullariidae, Ancyliidae, Planorbidae e Hydrobiidae como indica a Tabela 4.

Tabela 4 - Todas as Famílias encontradas e identificadas

Bioindicador Ancyliidae	
Bioindicador Hydrobiidae	
Bioindicador Ampullariidae	
Bioindicador Hyriidae	
Bioindicador Thiaridae	

Bioindicador Planorbidae

Fonte: Autorial Própria.

De acordo com as Figuras 9,10,11 e 12 mostram as famílias encontradas em cada ponto.

A Figura 9 representa os bioindicadores identificadas no ponto 1, onde foram encontradas as famílias: Hyriidae, Thiaridae, Ampullariidae, Ancyliidae e Hydrobiidae.

Figura 9 - Famílias de bioindicadores identificadas no Ponto 1



Fonte: Autorial Própria.

Já no ponto 2 foram encontradas as seguintes famílias: Hyriidae, Thiaridae, Ampullariidae, Ancyliidae e Hydrobiidae. De acordo com a Figura 10.

Figura 10 – Amostra de bioindicadores identificados no ponto 2



Fonte: Aatoria Própria.

No ponto 3 os bioindicadores identificados foram: Hyriidae, Thiaridae, Ampullariidae e Ancyliidae. Representadas na Figura 11.

Figura 11 – Amostra dos bioindicadores identificados no Ponto 3



Fonte: Aatoria Própria

O ponto com mais famílias encontradas foi no ponto 4 e os bioindicadores identificados são: Hyriidae, Thiaridae, Ampullariidae, Ancyliidae e Hydrobiida. Assim como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Amostra dos bioindicadores identificados no ponto 4



Fonte: Aatoria Própria

Os bioindicadores presentes na represa Igapó pertencem ao Filo Mollusca, totalizando 706 indivíduos. Esses resultados corroboram com Esteves (1998) e Callisto (2000), os quais apontam que esse Filo corresponde a um dos principais grupos de macroinvertebrados aquáticos em sistemas aquáticos continentais em termos de abundância e diversidade. Os organismos pertencentes ao Filo Mollusca são menos exigentes quanto à concentração de oxigênio dissolvido na água, corroborando com as características físicas e químicas do ambiente estudado (CALLISTO E MORENO 2005).

Classificação zoológica das Famílias do Filo Mollusca registradas no presente estudo (BRUSCA E BRUSCA, 2003).

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Ordem: Heterodonta

Família: Ancyliidae

Família: Hyriidae

Classe: Gastropoda

Ordem: Mesogastropoda

Família: Ampullariidae

Família: Hydrobiidae

Família: Planorbidae

Família: Thiaridae

Foram coletadas as seguintes famílias de Mollusca dentre os macroinvertebrados amostrados na represa Igapó II, com suas respectivas abundâncias: Hyriidae (n=403; 57,1%), Thiaridae (n=113; 16%), Ampullariidae (n=118; 16%), Ancyliidae (n=66; 9,3%), Hydrobiidae (n=3; 0,4%) e Planorbidae (n=3; 0,4%). A tabela 5 apresenta a lista de famílias e o número de indivíduos de cada uma por ponto de amostragem.

Tabela 5 - Abundância do número de indivíduos de famílias encontradas em cada ponto

Pontos	Famílias	Média	Desvio Padrão
P1	Ancyliidae	3	2
	Hyriidae	25	11
	Thiaridae	2	27
	Ampullariidae	1	5
	hydrobiidae	2	0
P2	Ancyliidae	4	2
	Hyriidae	11	13
	Thiaridae	11	21
	Ampullariidae	11	7
	Planorbidae	2	0
P3	Ancyliidae	4	2
	Hyriidae	53	44
	Thiaridae	3	2
	Ampullariidae	12	8
P4	Ancyliidae	11	6
	Hyriidae	49	12
	Biomphalaria	1	0
	hydrobiidae	1	0
	Thiaridae	3	2
	Ampullariidae	7	6

Fonte: Autoria Própria

De acordo com a Tabela 6 as amostras e o índice de Shannon que levam em consideração a riqueza, abundância e a equabilidade foram identificados que os maiores valores de diversidade foram detectados nos pontos P1 e P2, respectivamente. A despeito dos pontos P3 e P4 apresentarem riquezas de família similares. Já os pontos P2 e P1, apresentaram menores valores de diversidade por apresentarem maiores valores de dominância de algumas famílias do filo Mollusca,

pois foi o único encontrado e principalmente dos exemplares da família Bivalvia, Melanoides e Pomacea.

Tabela 6 - Índices de Shannon

Pontos	Shannon
P1	1,1
P2	1,3
P3	0,7
P4	0,9

Fonte: Autoria Própria.

Utilizando a média e desvio padrão foi possível identificar a presença geral das famílias ao longo da represa. Foram encontrados 6 tipos de famílias do Filo Mollusca sendo elas de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7 - Quantificação total das famílias encontradas na represa Igapó II

Famílias	Total	%	Tolerância a poluição
Ancilidae	66	9,3%	Tolerante
Ampullariidae	118	16,7%	Resistente
Thiaridae	113	16,0%	Resistente
Hydrobiidae	3	0,4%	Resistente
Planorbidae	3	0,4%	Resistente
Hyriidae	403	57,1%	Tolerante
Total	706	100%	

Fonte: Autoria Própria.

A tabela 8 apresenta os valores de bioindicação das diferentes famílias de Mollusca registradas no presente estudo.

Tabela 8 – Valores de Bioindicação (INDVal) das famílias coletadas na represa Igapó II

Pontos	Famílias	INDVAL
P1	Thiaridae	49
	Hyriidae	19
	Ancylidae	16
P2	Ampullariidae	47
	Thiaridae	36

	Ancylidae	24
P3	Hyriidae	40
	Ancylidae	24
	Ampullariidae	21
P4	Hyriidae	36
	Hydrobiidae	33
	Ancylidae	23

A partir dos resultados de bioindicação apresentados na Tabela 8 nota-se que as famílias Thiaridae, Hyriidae e Ampullariidae são bioindicadores mais robustos respectivamente nos pontos 1, 2 e 3. Ambas as famílias apresentaram valores elevados de bioindicação e mais distantes da segunda família na lista de bioindicadores por ponto.

A família Thiaridae, com presença de 16% total das amostras, são vetores de enfermidades de veiculação hídrica, podendo causar doenças à população. Segundo Nascimento Filho e Viana (2013) essa família caracteriza-se por ser uma espécie não nativa e invasora que consegue se estabelecer nos mais variados ecossistemas aquáticos. Em campo constatou-se que a população utiliza o entorno do recurso hídrico para recreação/lazer e até pesca. Esse contato primário (direto) com a água pode transmitir várias doenças para essa população.

Os moluscos Hyriidae que representam uma maior concentração na represa de 57,1%, são os que oferecem maiores riscos à saúde pública, por serem organismos filtradores e bioacumuladores, ou seja, eles filtram resíduos que passam por ele, e retém o que pode trazer sérios danos à saúde pública, ainda mais que peixes e aves podem se alimentar, e algumas pessoas podem se contaminar, já que algumas pessoas pescam no local (HENRIQUES et al., 2000).

Os moluscos do gênero Ampullariidae que representam 16,7% do que foi encontrado, estão frequentemente associados com infrapopulações de metazoários, os quais podem ser considerados ectocomensais ou ectoparasitos. Suas desovas são sensíveis a níveis de poluição, conseqüentemente, pode ser considerado um bioindicador de qualidade de corpos aquáticos em ambientes onde há indícios de sua presença prévia (MELO, 2000; ABÍLIO et al., 2007).

Silva et al. (2006) apontam que a presença em quantidade de exemplares do Filo Mollusca é um indicativo do aumento da quantidade de matéria orgânica na água.

Para Abílio (2002), que realizou um estudo no açude de Bodogongó na região de Campina Grande na Paraíba, a elevada dominância dos moluscos indica um ambiente perturbado pelos despejos de esgoto.

As variáveis físicas e químicas são de extrema importância para validar o potencial do bioindicador de detectar irregularidades em uma determinada área.

A Tabela 9 apresenta os resultados das variáveis físicas e químicas mensuradas em cada ponto de amostragem.

Tabela 9 - Parâmetros físico-químico dos quatro pontos de coleta

PARÂMETROS	PONTO	PONTO	PONTO	PONTO
	1	2	3	4
UMIDADE (%)	68	69	51	46
TEMPERATURA DO AR (°C)	15	16	21	28
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (µS/CM)	144	168	237	114
TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)	18	20	22	22
PROFUNDIDADE (CM)	18	28	17	12
TURBIDEZ (NTU)	9	23	9	28
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG/L)	8	6	8	8
PERCENTUAL DE SATURAÇÃO (%)	88	72	87	98
PH	7	7	7	6

Fonte: Autoria Própria

Os resultados das variáveis físicas e químicas foram confrontados com os valores de referência estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005. Como o ribeirão Cambé está classificado como Classe 2 os parâmetros encontrados estão de acordo com a resolução do CONAMA. A turbidez deve estar abaixo de 100 NTU, o pH deve estar entre 6,0 e 9,0 e oxigênio dissolvido deve ser superior a 4,0 mg/L. Porém, cabe frisar, que duas variáveis demonstraram valores muito próximos ao mínimo permitido, o oxigênio dissolvido no ponto 2 e o pH no ponto 4. Quanto a condutividade elétrica foi encontrada valores superiores a 100 µscm⁻¹, em todos os pontos, segundo Von Sperling (2007) a condutividade elétrica entre 100-1000 µscm⁻¹ significa indícios de águas poluídas com concentração de matéria orgânica.

De acordo com a CETESB, a condutividade elétrica não deve exceder 100 µscm⁻¹. As médias de condutividade de cada ponto foi: 144 µscm⁻¹ no ponto 1, 168 µscm⁻¹ no ponto 2, 237 µscm⁻¹ no ponto 3 e 114 µscm⁻¹ no ponto 4, o que há indícios

de uma elevada concentração de matéria orgânica, que pode estar ocorrendo devido algum possível ponto de poluição na represa.

Esses valores corroboram com as famílias encontradas dos bioindicadores, afinal esses são valores preocupantes e indicam poluição. Os bioindicadores encontrados todos são da categoria resistentes e tolerantes a poluição, não foi encontrado nenhum da categoria intolerantes a poluição, confirmando a sua funcionabilidade.

6 CONCLUSÃO

A detecção exclusiva do Filo Mollusca na fauna de macroinvertebrados bentônicos da represa indica que a integridade ambiental do ecossistema está próxima de uma situação crítica já que há famílias que indicam presença de poluição. Foi constatado que nos pontos 2 e 3 que é o meio da represa, houve um parâmetro químico (condutividade elétrica alta) que corroborou com os bioindicadores macroinvertebrados (Hyriidae, Thiaridae e Ampullariidae) indicando que há uma elevada quantidade de matéria orgânica, e o bioindicativo sugere isso também, indicando uma possível poluição.

As condições de integridade ambiental da represa Igapó II encontram-se em uma situação em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, porém os valores encontrados de oxigênio dissolvido e pH nos pontos 2 e 4 estão muito próximos dos limites estabelecidos para um ribeirão Classe 2. Esse resultado preocupa diante das pressões comumente exercidas por uma região urbana densamente povoada em seu entorno. Trata-se de um trecho impermeabilizado e com ampla supressão da vegetação ripária, com fortes repercussões para a erosão e o assoreamento da bacia.

Utilizando as duas formas (biológica e físico-química) de se avaliar a qualidade da água, uma beneficia a outra, somando para uma boa conclusão, nesse caso conseguimos identificar que há alguns pontos que existe algum fator externo poluindo o meio, e essa poluição pode ser proveniente tanto de despejos ilegais, como de escoamento superficial, precisando realizar outros tipos de avaliações para identificar esses pontos.

Dessa forma, propõe-se uma avaliação contínua da qualidade da água, com o uso de bioindicadores e sua correta interpretação. O valor baixo do custo da análise, bem como o baixo tempo requerido para realizá-las, reforçam que a análise de bioindicadores é promissora nesse contexto desta bacia.

SUGESTÃO

É importante salientar que para uma análise completa da represa Igapó II é necessário avaliar a variação da abundância dos bioindicadores ao longo do tempo, incluindo a estação chuvosa, bem como os trechos a montante, investigando o potencial de dispersão dos grupos ao longo da bacia.

A partir da análise comparativa entre a diversidade de grupos e as variáveis físicas e químicas, é possível inferir que a represa está próxima a um estado crítico de stress ambiental portanto, recomenda-se um biomonitoramento mais extensivo na represa, envolvendo as demais represas da cadeia que forma a cadeia de represas do Igapó, para que se possa fornecer subsídios mais consolidados para a formulação de um protocolo de conservação desse ecossistema urbano integrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, F. J. P. et al. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga**. Oecol. Bras., v. 11, p 397-409, 2007.

ABÍLIO, F. J. P. **Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento litorâneo e associados à macrófitas aquáticas, em açudes do semi-árido Paraibano, nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, 179p. 2002.

Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D. & Stribling, J.B. 1999. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2a ed.** EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.

BARRETO, A. C.; FREIRE, M. B. G. S.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FERIRE, F. J.; INÁCIO, E. S. B. **Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 1471-1478, 2008.

BARROSO, Gustavo Ferreira et al. **SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÕES (ÊNFASE EM MANTA ASFÁLTICA)**. Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, v. 5, n. 1, 2015.

BECHARA, J. A. **The relative importance of water quality, sediment composition and floating vegetation in explaining themacro benthic Hydrobiologia**. Brussels, v. 333, n. 2, p. 95-109, 1996.

BELMEJO, L.; MARTOS. H. L. **Utilização de Xiphophorus helleri como bioindicador de poluição hídrica de derivados de petróleo em condições tropicais**. Revista Eletrônica de Biologia, v 1, n. 2, p. 1-17, 2008.

Benthic foraminifera as bioindicators of pollution: A review of Italian research over the last three decades. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/233819487 Benthic foraminifera as bioindicators of pollution A review of Italian research over the last three decades](https://www.researchgate.net/publication/233819487_Benthic_foraminifera_as_bioindicators_of_pollution_A_review_of_Italian_research_over_the_last_three_decades)> Acessado em 04 de novembro de 2020.

BILIA, C.G., PINHA, G.D., PETSCH, D.K. and TAKEDA, A.M. **Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagoas de inundação neotropicais**. Iheringia: Série Zoologia, 2015, 105(1), 20-

27. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766201510512027>. Acessado em 02 de setembro de 2020.

BIS, B; KOSMALA, G. **Chave para identificação de macroinvertebrados bentônicos de água doce**. Educação e Cultura Sócrates, 2005.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-188.

BRAGA, R. **Planejamento urbano e recursos hídricos**. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – IGCE/UNESP, 2003. p. 113-127

BRASIL. Lei nº 24.643, de 1934. **Institui o Código das águas**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1934. <Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br> > Acesso em 08 de outubro 2019.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 1981. **Institui a Política Nacional do Meio Ambiente**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1981. <Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br> > Acesso em 08 de outubro 2019.

BRASIL. Lei nº 9433, de 1997. **Institui a Política Nacional dos Corpos Hídricos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1997. <Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br> > Acesso em 08 de outubro 2019.

BRUSCA, RICHARD C. **INVERTEBRADOS**. RICHARD C. BRUSCA GARY J. BRUSCA; com ilustrações de Nancy Haver. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BUSS, D. F; BAPTISTA, D. F; NESSIMIAN, J.L. **Bases conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Cad Saúde Pública. v.19, ano 2,p 465-473, 2003.

Callisto, M., Goncalves, J. 2002. **A vida nas águas das montanhas**. Ciência Hoje 31(182): 68 – 71. De Almeida, J.R.; Orsolon, A.M.; Malheiros, T.M.; Pereira, S.R.B.; Amaral, F. & Silva, D.M. 1993. **Planejamento ambiental – caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. Ed. Thex Ltda/Biblioteca Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 154p.

Callisto, M., Goncalves, J. 2002. **A vida nas águas das montanhas**. Ciência Hoje 31(182): 68 – 71.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A. O.; MORENO, P.; ROSA, C. A. **Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts and microbiological**

indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 61, n. 2, p, 259-266, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842004000500003>

CALLISTO, M.; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental** In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2006, Erechim. Anais... Erechim: URI-Campus de Erechim, 2006.

Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos.** Revta. Bras. Rec. Hid. 6 (1): 71-82.

Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos.** Revta. Bras. Rec. Hid. 6 (1): 71-82.

CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de Qualidade De Água.** Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/Page1631.htm>. Acesso em: 23 out. 2020.

CARTHERY-GOULART, Maria Teresa et al . **Performance of a Brazilian population on the test of functional health literacy in adults.** Rev. Saúde Pública, São Paulo , v. 43, n. 4, p. 631-638, Aug. 2009 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000400009&lng=en&nrm=iso>. access on 04 out. 2020. Epub May 29, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009005000031>.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, V. S. **Colonização por Macroinvertebrados Bentônicos em Substrato Artificial e Natural em um Riacho da Serra de Itatinga,** São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoología, v. 21, n. 2, p. 287-293, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000200021>

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Carlos Roberto dos Santos – **Fundamento do Controle de Poluição as Águas,** São Paulo, Brasil. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2018/07/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em 29/01/2021.

CHALAR, G. **Composición y abundancia Del zoobentos Del Arroyo Toledo (Uruguay) y su relación com La calidad de água.** Revista Chilena de História Natural. v. 67, p. 129- 141, 1994.

COLPO K. D.; BRASIL M. T.; CAMARGO, B.V. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial.** Revista Ciência Rural, v. 39, n. 7, p. 2087-2092, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000161>.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL)-HELMHOLTZ ASSOCIATION. Risk Habitat Megacity, Sostenibilidad in Riesgo Research Plan. Leipzig: UFZ, Mar. 2008. Disponível em: <www.eclac.org/dmaah/noticias/.../risk_habitat_megacity_research_plan.pdf>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação de 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.** Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-63.

DAME, R.F. Organismic level processes. In: **Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach.** New York: CRC Press. Cap. 3, 1996. p.35-74.

DUFRENE, Marc; LEGENDRE, Pierre. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological monographs**, v. 67, n.3, p. 345-366, ago. 1997.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **COMUNIDADE BENTÔNICA.** In: ESTEVES, Francisco de Assis. FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGIA. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. Cap. 23. p.485-503.

FERREIRA, Ana Paula Batista. **Análise de infiltrações em serviços de pós-obra utilizando a termografia de infravermelho.** 2014.

HENRIQUES, M.B. et al. **Estimativa do tempo de recuperação de um banco natural do mexilhão Perna perna (Linnaeus, 1758) na Baía de Santos, Estado de São Paulo.** Holos Environment, v.1, n.12, p.85-100, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/1619/1377>>. Acesso em: 2 set. 2020.

HIGUTI, J.; TAKEDA, A. M. **Spatial and temporal variation in of Chironomid larval (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the Upper Paraná River floodplain, Brazil.** Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v. 62, n. 4, p. 807-818, 2002

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **Censo Demográfico**.2010. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=411370&idtema=1&search=parana|londrina|censo-demografico-2010>>. Acesso em 25 de outubro de 2019.

Indicadores Biológicos de Qualidade da água e as mudanças climáticas. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/332246821_Indicadores_biologicos_de_qualidade_da_agua_e_as_mudancas_climaticas_Biological_indicators_of_water_quality_and_climate_changes Acesso em 08 de Agosto de 2020.

LAZORCHAK, James M. et al. **USEPA biomonitoring and bioindicator concepts needed to evaluate the biological integrity of aquatic systems**. In: MARKERT, B.A.; BREURE, A.M.; ZECHMEISTER; H.G. Bioindicator and Biomonitors, New York; Elsevier Science Ltda, 2003.

Legislação Informatizada - DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934

- Publicação Original. Disponível em

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Dados%20da%20Norma-,DECRETO%20N%C2%BA%2024.643%20C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE,Decreta%20o%20Codigo%20de%20Aguas.&text=3%C2%BA%20A%20perennidade%20das%20aguas,nos%20termos%20do%20artigo%20precedente>. Acesso em: 24 de agosto de 2020

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm Acesso em: 08 de maio de 2020.

MÄENPÄÄ, K. A.; SORMUNEN, A. J.; KUKKONEN, J. V. **Bioaccumulation and toxicity of sediment associated herbicides (ioxynil, pendimethalin and bentazone) in Lumbriculus variegates (Oligochaeta) and chironomus riparius (Insecta)**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 56 n. 3, p. 398-410, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0147-6513\(03\)00010-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0147-6513(03)00010-1)

Markett, Breune e Zechmeister (2003) e Paula (2010), PAULA, Sabrina Nolasco Carvalho de. **Biomonitoramento como instrumento de detecção de contaminantes ambientais**. 2010. Monografia - Universidade Veiga de Almeida, Instituto Pedagógico de Vitória, Vitória, 2010.

MARTINELLI, L. A.; PICCOLO, M. C.; TOWNSEND, A. R.; VITOUSEK, P. M.; CUEVAS, E.; McDOWELL, W. H.; ROBERTSON, G. P.; SANTOS, O. C.; TRESEDER,

K. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. Biogeochemistry, v. 46, p. 45-65, 1999 SILVA, F. A. S.; ASSISTAT Versão 7.7 beta (2016) - Homepage <http://www.assistat.com>; DEAG - CTRN-UFCG – Acesso em 20 de setembro de 2020.

Martins, R. P. 2000. **Desenvolvimento sustentável, população e pobreza.** Palestra realizada na disciplina de Bases Ecológicas do Desenvolvimento Sustentável. Online. URL: <http://www.icb.ufmg.br/~beds/>.

MELO, L. E. L. 2000. **O uso do gastrópode *Pomacea lineata* (Spix, 1827) como indicador de qualidade de mananciais de água doce do Nordeste do Brasil: Uma proposta metodológica.** Resumo (dissertação). Programa regional de Pós - Graduação em Desenvolvimento e Meio - Ambiente (PRODEMA)-Universidade Federal da Paraíba, 2015.

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE DANOS AMBIENTAIS DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM BENTO RODRIGUES. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6187> . Acesso em: 16 de junho de 2020

MORAES, I.R.; DEL MASTRO, N.L.; JAKABI, M.; GELLI, D.S. **Estudo da radiosensibilidade ao ⁶⁰Co do *Vibrio cholerae* O1 incorporado em ostras.** Revista de Saúde Pública, São Paulo, v.34, n.1, p.39-32, 2000.

MUGNAI, RICCARDO. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** Riccardo Mugnai, Jorge Luiz Nessimian, Dacilio Fernandes Baptista. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 176p. :il. Color. ; 21cm. Bibliografia:p. 167-174 ISBN 978-85-61368-10-4

Müller-Plantenberg, C. & Ab'Saber, A.N. (orgs.) **Previsão de Impactos.** Ed. EDUSP, São Paulo, 569pp.

OERTLI, B. and LACHAVANNE, J.B. **The effects of shot age colonization of an emergent macrophyte (*Typha latifolia*) by macroinvertebrates.** Freshwater Biology, 1995, 34(3), 421-431. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00900.x>. Acesso em 14 de julho de 2020.

Preservação da água: um desafio para a sociedade. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Folha do Mate – Rio Grande do Sul, publicado em 17/02/2013. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/preservaassapso-da-a-gua-um-desafio-para-a.2019-03-15.4955376770>>. Acesso em: 04/10/2020.

Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/Arquivos/swop2011.pdf>. Acesso em: 06/09/2020.

RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em 24 de setembro de 2020.

RIBEIRO, W. C. **Gestão das águas metropolitanas.** In: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. de (orgs.). Geografias de São Paulo. São Paulo: Contexto, 2004. p. 165-182.

Rosenberg, D. M. & Resh, V.H. 1993. **Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** In: Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. (eds.) Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. Chapman and Hall, New York, pp. 1-9.

ROSIN, G.C. and TAKEDA, A.M. **Larvas de Chironomidae (Diptera) da planície de inundação do alto rio Paraná: distribuição e composição em diferentes ambientes e períodos hidrológicos.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, 2007, 29(1), 57-63. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v29i1.127>.

ROSS, J. L. S. **São Paulo: a cidade e as águas.** In: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. de (orgs.). Geografias de São Paulo. São Paulo: Contexto, 2004. p. 183-219. SÃO PAULO. **Secretaria Municipal de Planejamento Urbano do Município de São Paulo (org.).** Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, 2002–2012. São Paulo: Senac São Paulo; Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004.

SANTOS, JANAINA A. ; Marins, Rozane V. ; AGUIAR, JOSÉ E. ; CHALLAR, GUILLERMO ; SILVA, FRANCISCO A.T.F. ; LACERDA, LUIZ D.. **Hydrochemistry and trophic state change in a large reservoir in the Brazilian northeast region under intense drought conditions.** JOURNAL OF LIMNOLOGY (ONLINE). v. 76, p. 41-51, issn: 1723-8633, 2016.

SILVA, P. B. et al. **Aspectos físicoquímicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco.** Química Nova, v. 29, n. 5, p. 901-906. 2006.

TOMMASI, Luiz Roberto. **Estudo de impacto ambiental.** [S.l: s.n.], 1994. Disponível em: <http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaepqfafibe/sumario/3/14042010143117.pdf>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

Universidade Estadual de Londrina - **Atlas ambiental da cidade de Londrina**. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/>. Acesso em 26 de janeiro de 2021.

UNITED NATIONS POPULATION FUND (UNFPA). State of World Population 2007. EUA: Unleashing the Potencial of Urban Growth, UNFPA/ONU, 2008.

YOKOYAMA, E.; PACIENCIA, G. P.; BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C. **A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil**. Revista Ambiência Guarapuava, v. 8, n. 1, p. 73-84. 2012.