

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE REGISTRO
COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

**ANÁLISE PRELIMINAR DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
ANTES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO DE TILÁPIA
(*Oreochromis niloticus*) EM TANQUES REDES NO RESERVATÓRIO DE
ITAIPU/PARQUE AQUÍCOLA OCOY.**

MATHEUS DOS SANTOS CASTRO

Registro – SP

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE REGISTRO
COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

**ANÁLISE PRELIMINAR DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E
ICTIOFAUNA ANTES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO
DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM TANQUES REDES NO
RESERVATÓRIO DE ITAIPU.**

MATHEUS DOS SANTOS CASTRO

Trabalho de Graduação apresentado como
requisito parcial para a obtenção do título de
BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA
Orientador: Prof. Dr. Rinaldo A. Ribeiro Filho
Coorientadora: Prof^a Dr^a Julia M. Almeida
Pereira.

Registro – SP

2022

C355a Castro, Matheus Santos
Análise preliminar dos macroinvertebrados bentônicos antes da
implantação de um sistema de cultivo de tilápia (*Oreochromis
niloticus*) em tanques redes no reservatório de Itaipu/parque aquícola
Ocoy. / Matheus Santos Castro. -- Registro, 2022
33 p. : 36 v.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de
Pesca) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro
Orientador: Rinaldo Antonio Ribeiro Filho
Coorientadora: Julia Myriam de Almeida Pereira

1. Macroinvertebrados. 2. Tanque rede. 3. Itaipu. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO**TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

TÍTULO: "ANÁLISE PRELIMINAR DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS ANTES DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM TANQUES REDES NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU/PARQUE AQUÍCOLA OCOY."

ACADÊMICO: MATHEUS DOS SANTOS CASTRO

ORIENTADOR (ES): PROF. DR. RINALDO ANTONIO RIBEIRO FILHO


PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado:

Reprovado:

BANCA EXAMINADORA:

Presidente 
Prof. Dr. Rinaldo Antonio Ribeiro Filho

Membro 
Profa. Dra. Julia Myriam de Almeida Pereira

Membro 
MSc. Carolina Ferreira de Souza

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e incondicionalmente meus agradecimentos à Deus por me dar o fôlego de vida e me mostrar que sempre estás comigo em todos os momentos, e a minha família por sempre estar me apoiando.

Em especial venho agradecer em especial aos meus professores e orientadores Prof. Dr. Rinaldo Antonio Ribeiro Filho, Prof^a. Dra. Julia Myriam de Almeida Pereira e a Carol Ferza pelas análises, e todo âmbito acadêmico, da Unesp Registro.

A Itaipu Binacional, pela concessão da bolsa de estudos, por toda ajuda nas coletas de campo e trabalhos em eventos apresentados, e aos funcionários pela ajuda e os ensinamentos.

Aos meus amigos Edilson, Luciana, Rafael, Pedro, Vinicius, Paula e Liandra.

A Camila Mancio Morais por me ajudar, por me dar conselhos valiosos, além de apoiar e incentivar a batalhar por cada conquista, torço pelo seu sucesso na nossa profissão, sou grata por todos os momentos vividos ao seu lado nesse tempo da graduação.

Por fim agradeço imensamente a todos que me ajudaram direta ou indiretamente nessa jornada, meu muito obrigado a todos.

RESUMO

A aquicultura teve um grande crescimento nos últimos anos principalmente quando falamos da atividade de criação dos organismos aquáticos em tanques-rede, tal atividade pode acarretar com o aumento de nutrientes que é proveniente do reaproveitamento de matéria orgânica oriundo das sobras de ração, das fezes, que servem de alimentos para os animais. Com esse fator o estudo realizado nos anos de 2016 a 2019, tem o intuito analisar a fauna dos macroinvertebrados bentônicos (MIB) antes da implantação de uma piscicultura com tanques redes, o estudo foi realizado no reservatório de Itaipu / Parque Aquícola do Braço Ocoy. Com coletas de sedimento que foram realizadas concomitantes trimestralmente, em pontos estratégicos se obtidos graças ao estudo da hidrodinâmica do local, onde MIB: uma localizada no centro de experimento com doze pontos a montante, jusante e um ponto de controle; para ictiofauna estações a montante, jusante, controle e centro do experimento. No período de coleta para MIB foram capturados organismos que são dos grupos taxonômicos: *Ampullariidae*, *Aylacostoma*, *Chironomidae*, *Corbicula*, *Corbiculidae*, *Diptera*, *Limnoperna*, *Physidae*, *Planorbidae* e *Thiaridae*. Com os dados disponibilizados pela Itaipu Binacional, para o período de 2016 a 2019, foi feito ANOVA e o teste de Kruskal Wallis aos dados, relacionando as estações (APO11, APO11C, APO11J e APO11M).

Os resultados do trabalho demonstram ser uma área propícia para implementação dos tanques redes, mas mesmo assim se tem uma carência dos estudos continuarem mesmo depois da atividade ser implementada para mais estudos do comportamento do ambiente para se saber possíveis impactos, que a atividade irá trazer assim se tendo um equilíbrio.

Palavras-chaves: *Limnoperna fortunei*; Itaipu Binacional; Tanque rede

ABSTRACT

Aquaculture has had a great growth in recent years when the activity of creating organisms in net-tanks was discussed, such activity can generate with the increase of nutrients that is generated by the reuse of organic matter or food leftovers, from crops, which serve as food for animals. With this study in the years 2016 to 2019, the aim is the fauna of benthic macroinvertebrates (MIB) before the implementation of a fish farm with net tanks, the study was carried out in the Itaipu reservoir / Parque Aquícola do Braço Ocoy. With sediment collections that were carried out concomitantly quarterly, at strategic points if obtained thanks to the study of the dynamics of the site, where MIB: one located in the experiment center with twelve points upstream, downstream and a control point; for ichthyofauna stations upstream, downstream, control and center of the experiment. In the collection for MIB, periods were collected that belong to the groups: Ampullariidae, Aylacostoma, Chironomperidae, Corbicula, Corbiculidae, Lisidae, Physidae, Planorbidae and Thiaridae. With the data provided by Itaipu Binacional, for the period from 2016 to 2019, ANOVA and the Kruskal Wallis test were performed on the data, relating the stations (APO11, APO11C, APO11J and APO11M).

The studies will allow the same behavior of the work activities for an area conducive to the impacts, which are the same results that will be implemented for the environment to be able to bring the impacts, which are the results to be implemented if having a balance.

Keywords: *Limnoperna fortunei*; Itaipu Binacional; Net tank

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bacia do rio Paraná, com a localização de seus reservatórios principais. Em detalhe a morfometria e os locais de amostragem no reservatório de Itaipu, nas zonas fluvial, transição e lacustre, previamente adotados no programa de monitoramento pela ITAIPU	14
Figura 2. Localização das estações de amostragem dos parques aquícolas no Reservatório de Itaipu - Brasil. Em detalhe, o braço Ocoy.....	15
Figura 3. Localização das estações amostrais no Braço Ocoy, da Área do experimento (APO11) e conformação do delineamento amostral desta estação	16
Figura 4. Coletas utilizando uma draga de modelo Ekman.....	17
Figura 5. Análise e triagem do material coletado no laboratório	17
Figura 6. Fósforo total médio nos sedimentos: por estação amostral (à esquerda) e por experimento (à direita) em cada campanha de amostragem de 2016 a 2020.....	19
Figura 7. Concentração de nitrogênio Kjeldahl ao longo do período de 2016 a 2020 nos sedimentos	20
Figura 8. Distribuição taxonômica de macroinvertebrados bentônicos em porcentagem que foram capturados no ano de 2016 a 2019	22
Figura 9. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2016, CTL=(APO11_C), CT=(APO11), MTT=(APO11_M) e JST=(APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2	22
Figura 10. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2017, CTL=(APO11_C), CT=(APO11), MTT=(APO11_M) e JST=(APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.	23
Figura 11. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2018, CTL=(APO11_C), CT=(APO11), MTT=(APO11_M) e JST=(APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.	24
Figura 12. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2019, CTL=(APO11_C), CT=(APO11), MTT=(APO11_M) e JST=(APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.	25
Figura 13. Distribuição de valores medianos de abundância de MIB por estação de coleta	27
Figura 14. Distribuição de abundância de grupos taxonômicos de MIB	30

Figura 15. Distribuição de abundância de MIB de acordo com os anos de execução do experimento31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Estações de amostragem	16
Tabela 2-Variáveis a serem realizadas no sedimento	16
Tabela 3-Lista de organismos nativos e exóticos	21
Tabela 4-Resuktados do teste de Kruskal –Willis aplicado aos dados de MIB por estação de coleta.....	27
Tabela 5-Resultados do teste Kruskal -Wallis aplicado aos dados de MIB por agrupamento taxonômico	27
Tabela 6-Teste de Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner para todas as comparações de pares.	29
Tabela 7-Resultado do teste Kruskal-Wallis aplicado aos dados de MIB por ano de execução do experimento	30
Tabela 8-Teste de Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner para todas as comparações de pares.	30

LISTA DE ABREVIATÖES

CT = Centro

CTL = Controle

IAP = Instituto Ambiental do Paraná

JST = Jusante

MIB = Macroinvertebrados bentônicos

MTT = Montante

N = Número de Indivíduos

TKN = Nitrogênio Kjeldahl

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO GERAL	13
2.1 <i>Objetivos Específicos</i>	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 <i>Área de estudo</i>	14
3.2 <i>Avaliação limnológica e de sedimento</i>	15
3.3 <i>Análise estatística</i>	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 <i>Parâmetros limnológicos do sedimento</i>	18
4.2 <i>Fósforo total</i>	18
4.3 <i>Nitrogênio Kjeldahl</i>	19
4.4 <i>Macroinvertebrados bentônico (MIB)</i>	20
4.5 <i>Análise estatística</i>	26
5. CONCLUSÕES.....	31
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande extensão de corpos hídricos com possibilidade de implementação de atividades aquícolas, dentre elas o sistema de tanques-rede (KLIEMANN,2018). Nesse modelo, a criação é intensiva e a atividade de arraçamento ocorre frequentemente, exigindo a renovação contínua da água (AGOSTINHO, 2005; KLIEMANN, 2018).

Nesse contexto a produção de tanques redes é bastante apropriada no Brasil. O setor aquícola expandiu cerca de 7,5% entre os anos de 1990 e 2009 (LITTLE, 2016).

Quando falamos no setor aquícola brasileiro, segundo (KUBITZA et al., 2012) anos de 2002 e 2012, a aquicultura brasileira cresceu a uma taxa média de 10% ao ano, contra um crescimento mundial de 6% ao ano no mesmo período. O que demonstra que a atividade vem tendo um grande crescimento ao longo dos anos.

Dados da Associação Brasileira de Piscicultura mostram que a principal espécie da aquicultura brasileira é a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e suas linhagens com uma produção de aproximadamente 400,2 mil toneladas representando 55,4% da produção nacional (Peixe Br, 2019).

No Brasil a produção de peixe é considerada uma atividade potencial poluidora e por isso vem recebendo bastante atenção, todavia, a aplicação de boas práticas de manejo e o monitoramento constante podem minimizar este potencial impacto, promovendo a sustentabilidade da atividade (NEU et al., 2014).

Segundo (BENEDITO CECILIO et al.1997), o reservatório da hidrelétrica de Itaipu, foi formado em 1982 e tem uma extensão de 151km² e área de 135km².

De acordo com (Allan, 2004). “Atividades antrópicas nas áreas de entorno contribuem para assoreamento de reservatórios urbanos, reduzindo a heterogeneidade de substratos, diminuindo a disponibilidade de habitats para a biota, com conseqüente perda de biodiversidade. (Apud MOLOZZI et al, p.192).

As alterações nas características do ambiente promoverão um rearranjo nas comunidades biológicas, como resposta dos organismos ao meio. Neste contexto, estudos envolvendo a influência de diferentes características ambientais sobre a distribuição e estrutura da fauna de macroinvertebrados bentônicos, principalmente em ambientes sob impactos antrópicos comumente encontrados nas bacias de drenagem, podem fornecer

informações importantes para a adoção de medidas de manejo e conservação mais efetivas (IWAI, 2015).

Segundo (Costa et., al 2006, apud Klemm et al., 2002; Bustos-Baez e Frid, 2003; Townsend et al., 2004; Callisto et al., 2005; Moretti e Callisto, 2005). Os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água em programas de monitoramento ambiental, principalmente através de inventários de diversidade e estrutura dessas comunidades.

Além de sua importância em programas de biomonitoramento, os invertebrados apresentam papel ecológico central na estrutura trófica dos sistemas aquáticos, especialmente quanto ao fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes (WALLACE; ANDERSON, 1995).

As análises contínuas sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos vão fornecer informações que iram dizer os impactos que a inserção dos tanques redes causaram no local, a compreensão sobre as variações nas características fundamentais do ecossistema pode se tornasse crucial ao respeito da capacidade de suporte do local.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o ambiente em relação a composição dos MIB presentes antes da implantação de um sistema de cultivo de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques redes no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu/ Parque Aquícola Ocoy.

2.1 Objetivos Específicos

- ✓ Analisar em escala temporal, entre 2016 e 2019, a abundância e composição das comunidades de MIB;
- ✓ Analisar a comunidade de MIB em termos de agrupamentos taxonômicos;
- ✓ Analisar as variáveis limnológicas do sedimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Rio Paraná é o décimo rio mais longo do planeta (4.695km), sendo considerado o mais importante do sistema hidrológico da Bacia do Rio da Prata (BORGHETTI et al., 1988). É formado pela confluência dos rios Grande e Parnaíba (no centro-sul do Brasil), desaguando no Rio da Prata, ao norte da Argentina (AGOSTINHO e GOMES, 2005). A bacia do rio Paraná é responsável por mais de 70% da produção de energia hidrelétrica do Brasil, concentra a maior densidade populacional da América do Sul e compreende outros importantes rios como Grande, Tietê, Parnaíba, Paranapanema e Iguazu, nos quais foram construídos cerca de 130 reservatórios, figura 1.

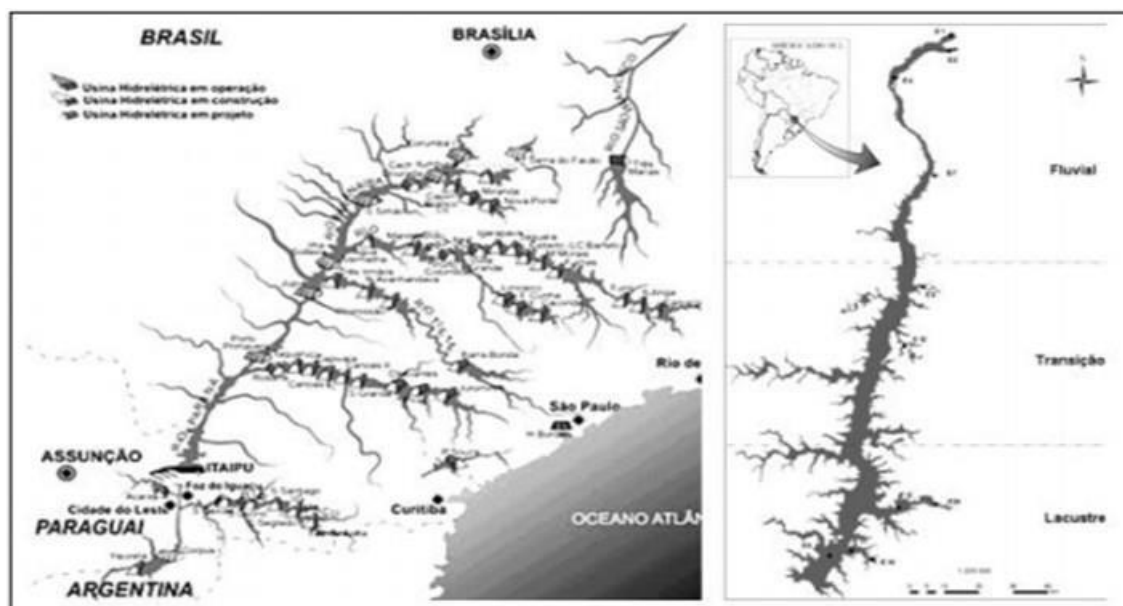


Figura 1. Bacia do rio Paraná, com a localização de seus reservatórios principais. Em detalhe a morfometria e os locais de amostragem no reservatório de Itaipu, nas zonas fluvial, transição e lacustre, previamente adotados no programa de monitoramento pela ITAIPU

O reservatório possui várias estações de amostragem destinadas a parques aquícolas (Figura 2), sendo um espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura.

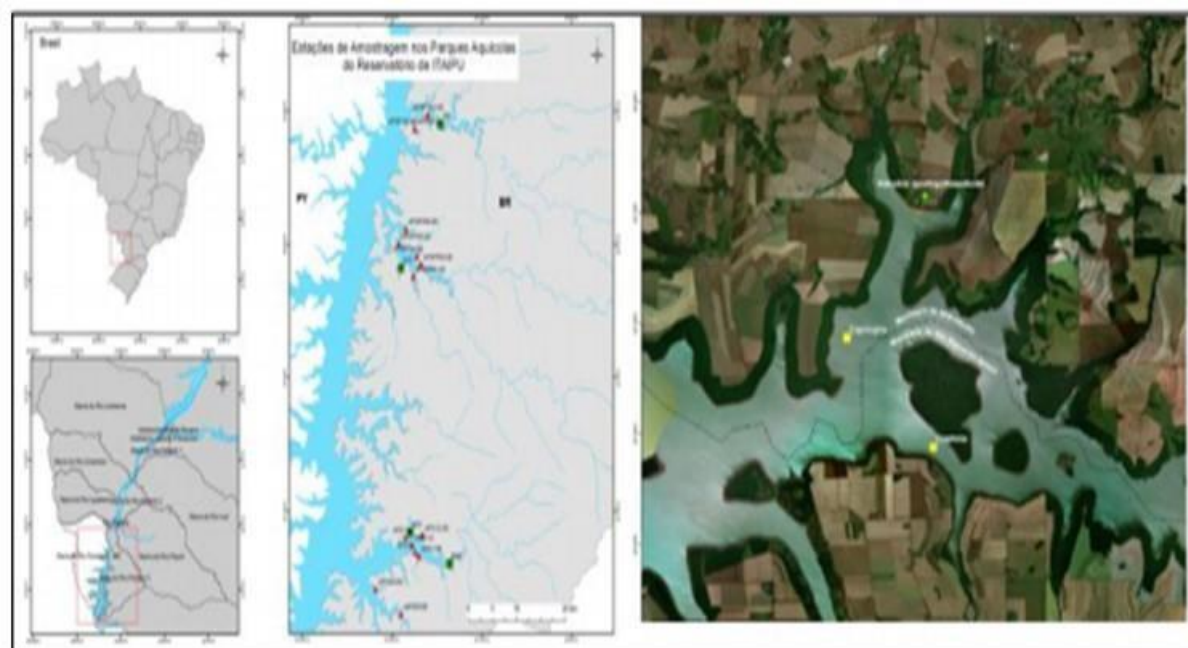


Figura 2. Localização das estações de amostragem dos parques aquícolas no Reservatório de Itaipu - Brasil. Em detalhe, o braço Ocoy.

3.2 Avaliação limnológica e de sedimento

Foram realizadas amostragens trimestrais na área do cultivo a fim de verificar os possíveis efeitos futuros da produção de tilápia, foram mensurados dados limnológicos a partir do centro da área do experimento a cada 50 metros em direções perpendiculares, formando um delineamento amostral do tipo vértice e totalizando 13 subunidades amostrais (Figura 3; Tabela 1). As variáveis físico-químicas foram mensuradas a partir de amostras do sedimento (Tabela 2).

As mostras limnológicas foram mensuradas com auxílio de sondas multipâmetro e com plataformas automatizadas onde se coletava, os dados de fósforo total e Nitrogênio Kjeldahl.

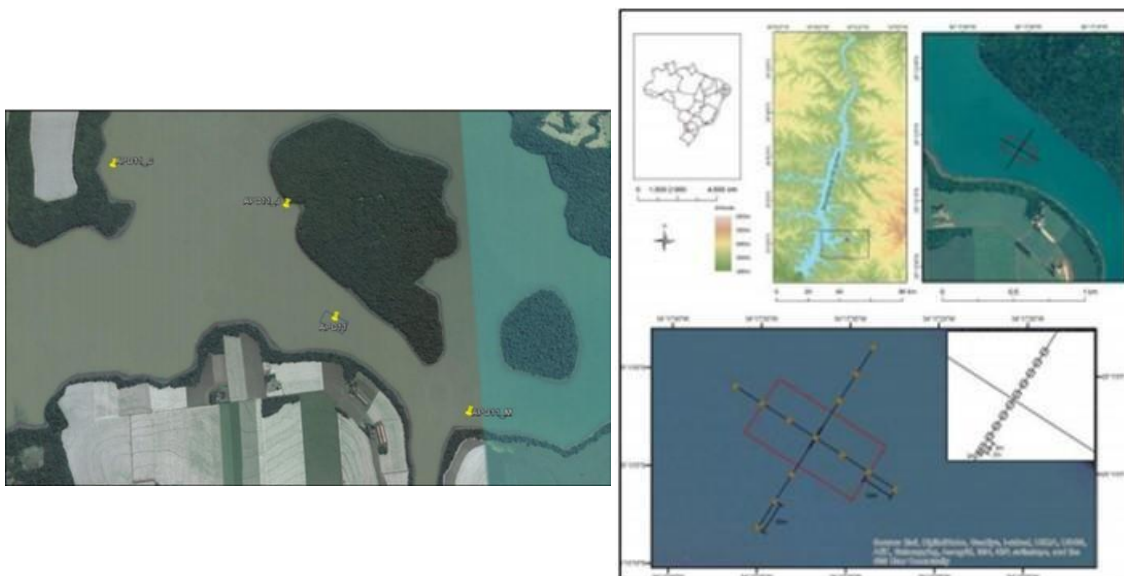


Figura 3. Localização das estações amostrais no Braço Ocoy, da Área do experimento (AP011) e conformação do delineamento amostral desta estação.

Tabela 1-Estações de amostragem.

Estação	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
APO11	25°13'3.95"S	54°17'32.32"O
APO11_M	25°13'29.27"S	54°16'57.00"O
APO11_J	25°12'47.66"S	54°17'38.06"O
Controle	25°12'20.90"S	54°18'33.72"O

Tabela 2-Variáveis a serem realizadas no sedimento.

Variável	Unidade	Técnica	Referência Bibliográfica
Fósforo Total	µg.g-1	Incineração	ANDERSEN (1976)
Nitrogênio orgânico total (Kjedhal)	%	Titulometria	APHA; AWWA; WEF(1995)

As coletas de amostras sedimentológicas, com vistas à obtenção de amostras de MIB, ocorreram apenas na zona afótica. As análises de sedimento visaram a identificação dos MIB e as variáveis mensuradas. Essa amostragem teve por objetivo determinar se houve algum tipo de mudança da comunidade ao longo do eixo longitudinal traçado (totalizando 13 subunidades).

Para a mensuração das variáveis que compõem o sedimento foram feitas coletas utilizando uma draga de modelo Ekman (Figura 4) e as amostras enviadas para análise no laboratório conforme mostrado na (Figura 5).



Figura 4. Coletas utilizando uma draga de modelo Ekman.



Figura 5. Análise e triagem do material coletado no laboratório.

Dados do monitoramento do limnológico no braço do rio Ocoy (série histórica e dados coletados durante a execução da 1ª fase do projeto) foram incorporados às análises das influências da atividade produtiva sobre a ecologia do braço.

As análises sedimentológicas eram coletadas em campo e separadas em recipientes com suas identificações de local de coleta ao total era 13 pontos de coletas.

Logo em seguida levadas para triagem para se eliminar o sedimento e ficar só com os microinvertebrados bentônicos, para serem separados e mandado para laboratório, onde eram enviados para o instituto ambiental do Paraná.

3.3 Análise estatística

Aos dados foi aplicado um modelo de ANOVA para verificação das variáveis categóricas (Ano, Grupo taxonômico e Estação) que poderiam ter influência sobre as abundâncias dos MIB. Como os dados apresentaram distribuição diferente da normal, optou pela aplicação da alternativa não paramétrica, o teste Kruskal-Wallis.

Resíduos da ANOVA aplicada aos dados não tiveram distribuição normal e, por este motivo, optou-se pela condução da alternativa não paramétrica Kruskal Wallis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros limnológicos do sedimento

4.2 Fósforo total

A concentração média de fósforo total presente nos sedimentos situou-se abaixo do padrão estabelecido na Res. CONAMA 454/12 (2000 mg/Kg de sedimentos). Estes dados refletem a boa condição da água nas localidades amostradas, com baixo teor de fósforo total (Figura 6).

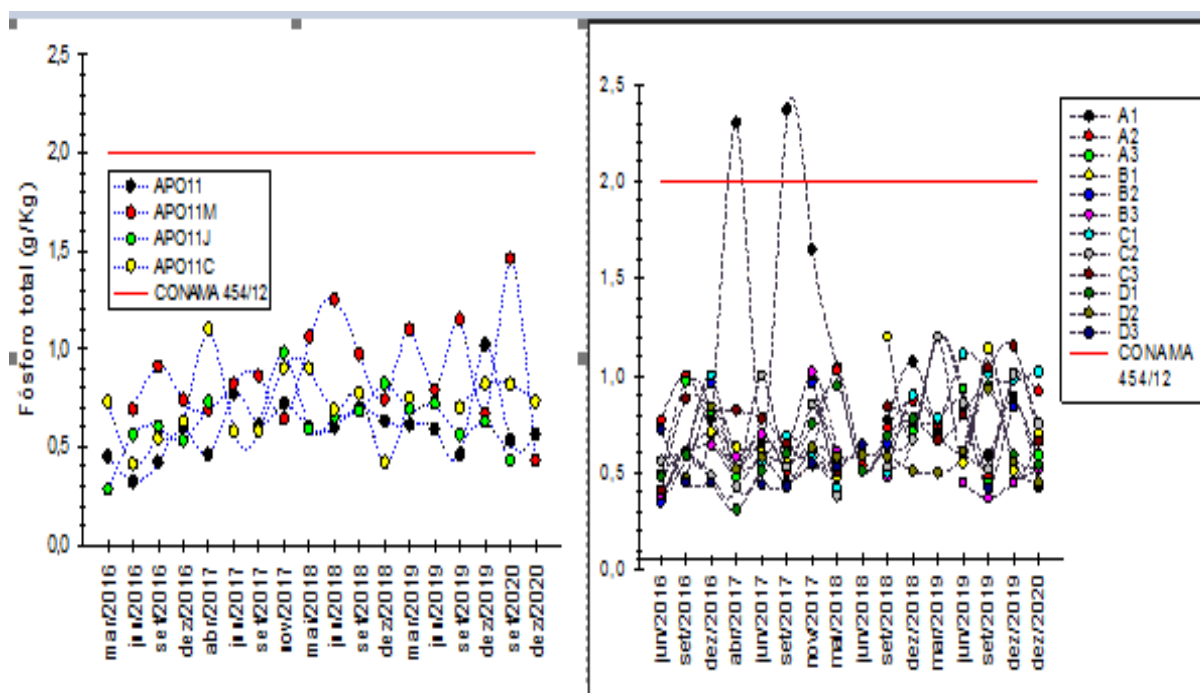


Figura 6. Fósforo total médio nos sedimentos: por estação amostral (à esquerda) e por experimento (à direita) em cada campanha de amostragem de 2016 a 2020

4.3 Nitrogênio Kjeldahl

As concentrações de TKN no sedimento situou-se abaixo da concentração padrão estabelecida na Res. CONAMA 454/12 (4800 mg/Kg de sedimentos) em todas as estações de amostragem. Estas baixas concentrações refletem a boa condição observada em relação à água nos locais amostrados, em relação às formas nitrogenadas orgânicas e inorgânicas, Figura 7.

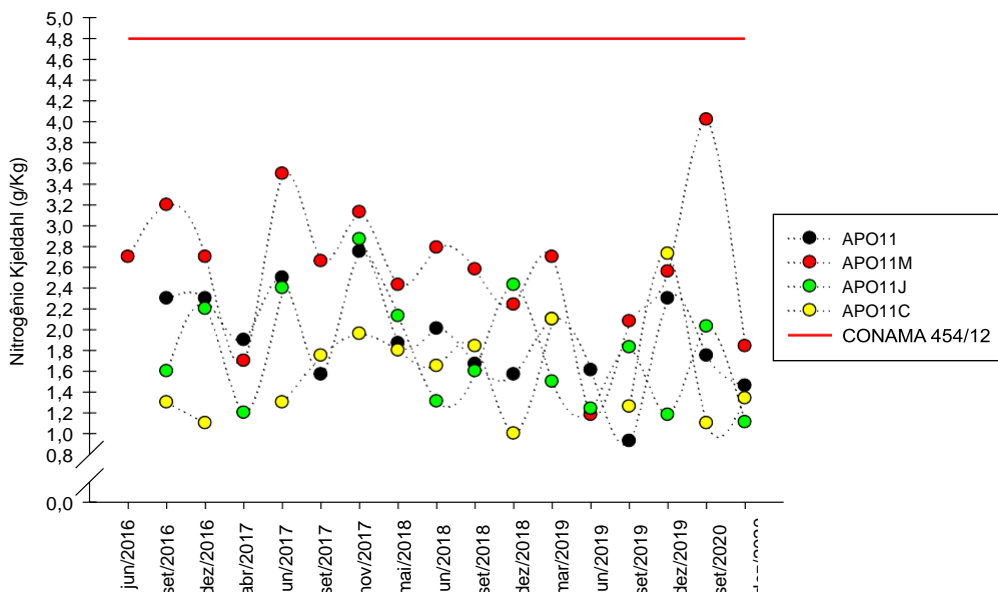


Figura 7. Concentração de nitrogênio Kjeldahl ao longo do período de 2016 a 2020 nos sedimentos.

4.4 MIB

As amostras de MIB foram identificadas e quantificadas pelo IAP e, de acordo com a sua metodologia, o número máximo de indivíduos quantificado por amostra era de 20 unidades. Sendo assim, amostras podem estar subestimadas e o número de indivíduos de cada grupo taxonômico identificados pode ser maior do que o apresentado nesse trabalho.

As espécies de MIB foram agrupadas na tabela abaixo de acordo com a terminologia de serem exóticas (que não pertencem aquele ambiente) ou nativas (que pertencem a aquele ambiente).

Tabela 3-Lista de organismos nativos e exóticos.

Espécie	Nativa/Exótica
<i>Limnoperna</i>	Exótica
<i>Aylacostoma</i>	Exótica
<i>Corbicula</i>	Exótica
<i>Pomacea</i>	Nativa
<i>Thiaridae</i>	Exótica
<i>Chironomidae</i>	Nativa
<i>Bulimuloidae</i>	Nativa
<i>Physa sp</i>	Exótica
<i>Biomphalaria sp</i>	Nativa
<i>Tubificida</i>	Nativa
<i>Planorbidae</i>	Nativa
<i>Glossiphonidae</i>	Nativa
<i>Aplexa</i>	Exótica
<i>Anodontites</i>	Nativa
<i>Ephemeroptera</i>	Nativa
<i>Lymnaea</i>	Nativa
<i>Mycetopodidae</i>	Nativa

Espécies capturadas com dados se são espécies nativas ou não.

As coletas dos macroinvertebrados bentônicos resultaram em 3125 indivíduos capturados, distribuídos taxonomicamente entre *Limnoperna* (N=2410; 77,6%), *Aylacostoma* (N=387; 12,4 %), *Corbicula* (N=154; 4,9%), *Pomacea* (N=77; 2,5%), *Thiaridae* (N=32; 1,0%), *Chironomidae* (N=14; 0,5%), *Bulimuloidae* (N=13; 0,4%), *Physa sp* (N= 11; 0,4%) *Biomphalaria sp* (N=10; 0,3%), *Tubificida* (N=6; 0,2%), *Planorbidae* (N=4; 0,1%), *Glossiphonidae* (N=2; 0,6%), *Aplexa*, *Anodontites*, *Ephemeroptera*, *Lymnaea*, *Mycetopodidae*, todos esses indivíduos apresentaram o mesmo número de organismo (N=1; 0,03%), Figura 8.

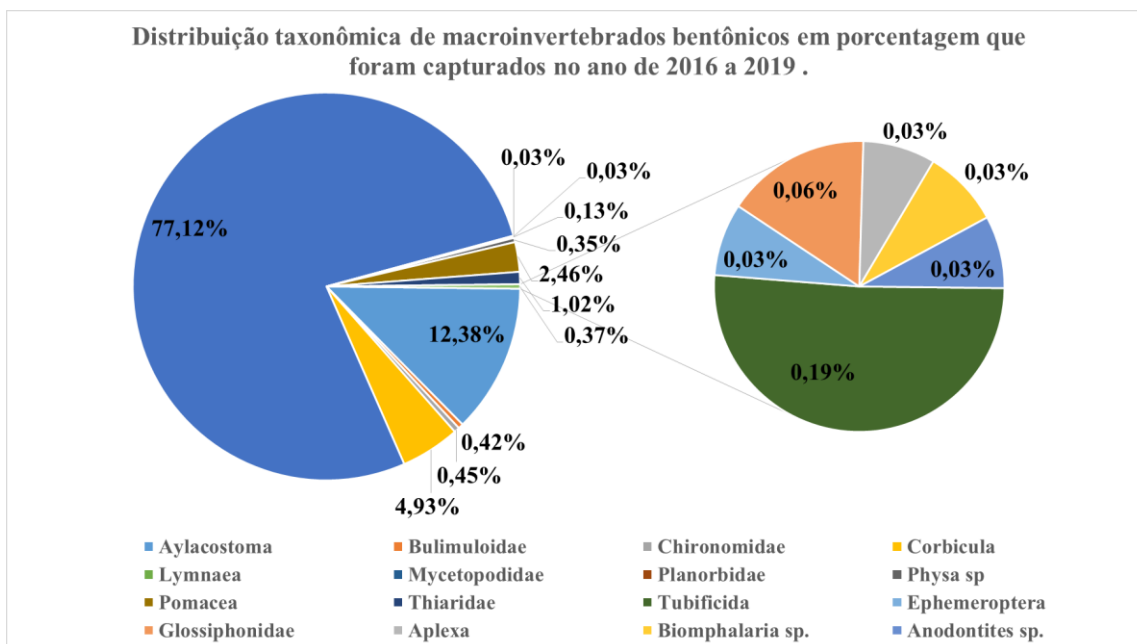


Figura 8. Distribuição taxonômica de MIB em porcentagem que foram capturados no ano de 2016 a 2019.

✓ Ano de 2016

Na Figura 9 estão agrupadas as informações resultantes de três campanhas realizadas nos meses de março, junho e setembro. Houve predominância de *Limnoperna* (N=547), *Aylacostoma* (N=84), *Corbicula* (N=60), principalmente.

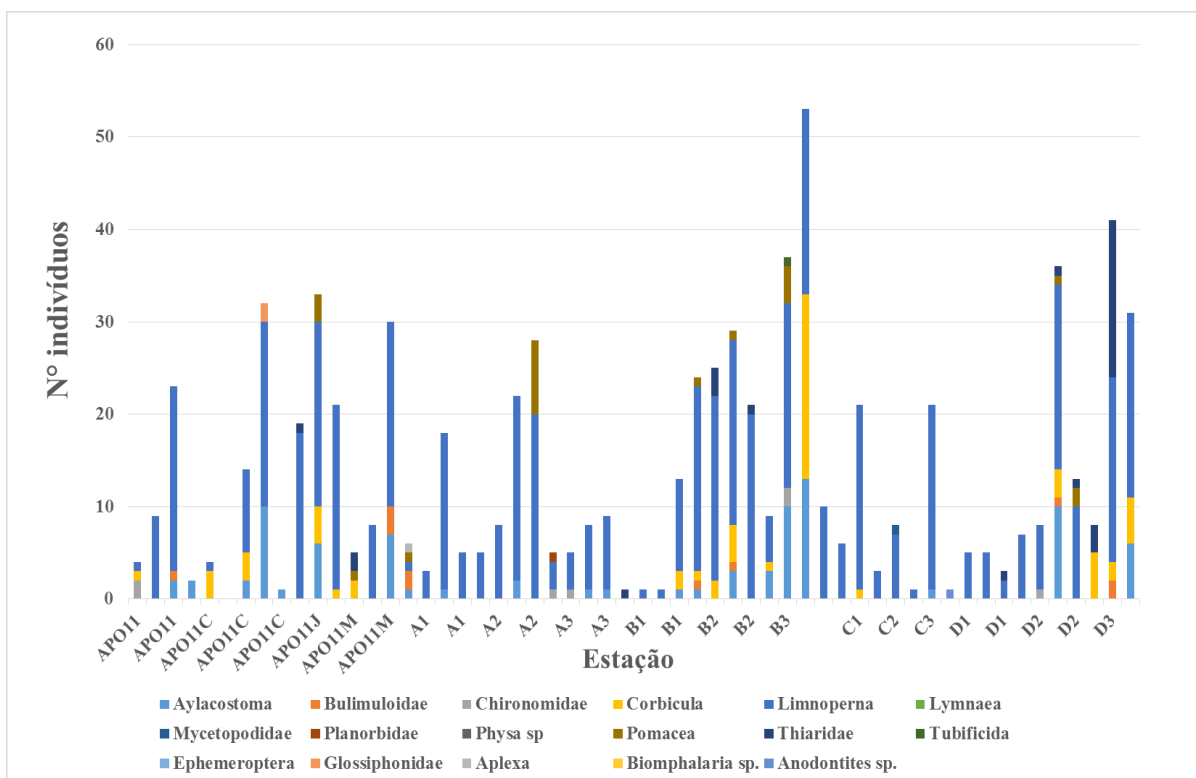


Figura 9. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2016, CTL (APO11_C), CT (APO11), MTT (APO11_M) e JST (APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.

✓ Ano de 2017

As campanhas do ano de 2017 ocorreram nos meses, abril, junho, setembro e dezembro como mostra na Figura 10. Houve a predominância de *Limnoperna* (N=831), *Aylacostoma* (N=175), *Corbicula* (N=52), *Pomacea* (N= 31).

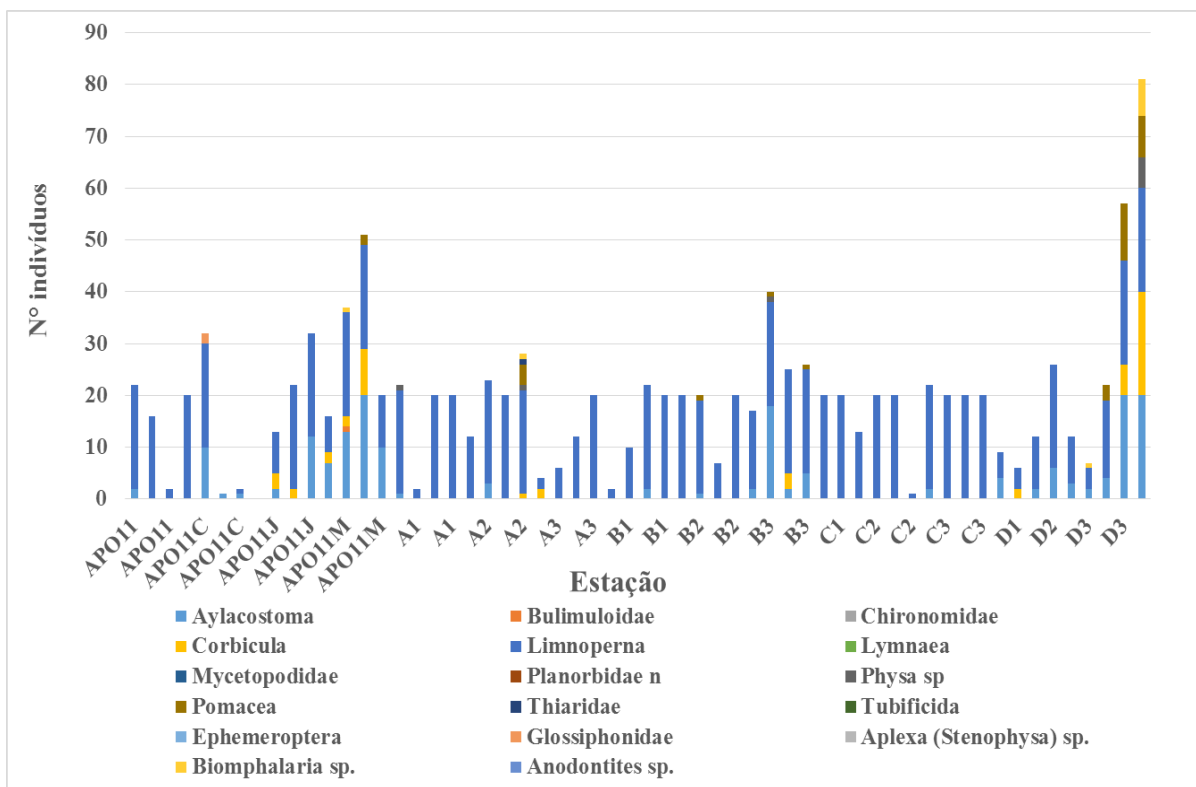


Figura 10. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2017, CTL (APO11_C), CT (APO11), MTT (APO11_M) e JST (APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.

✓ Ano de 2018

Na Figura 11 estão representadas as informações levantadas durante as campanhas de junho, setembro e dezembro. Houve predominância de *Limnoperna* (N=298), *Aylacostoma* (N=32), *Corbicula* (N=15) e *Pomacea* (N=7).

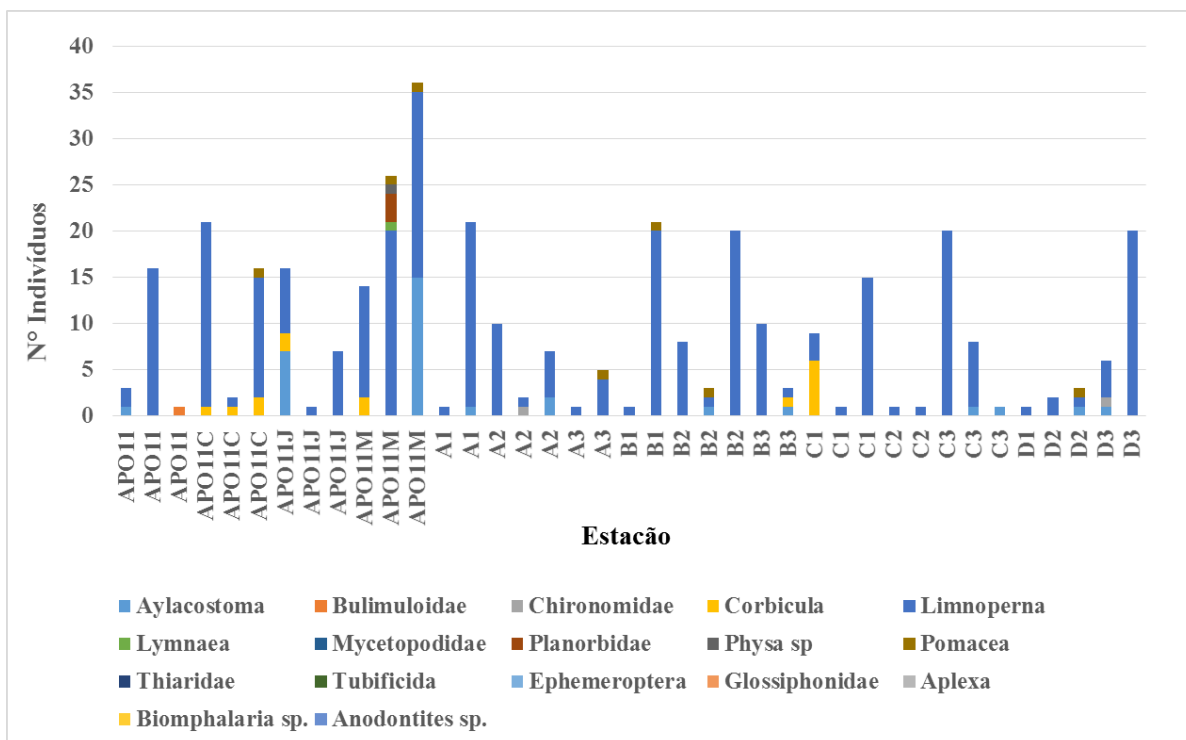


Figura 11. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2018, CTL (APO11_C), CT (APO11), MTT (APO11_M) e JST (APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.

✓ Ano de 2019

A Figura 12 mostra informações coletadas em junho, setembro e dezembro, quando houve predominância de *Limnoperna* (N=732), *Aylacostoma* (N=114), *Corbicula* (N=30) e *Pomacea* (N=16).

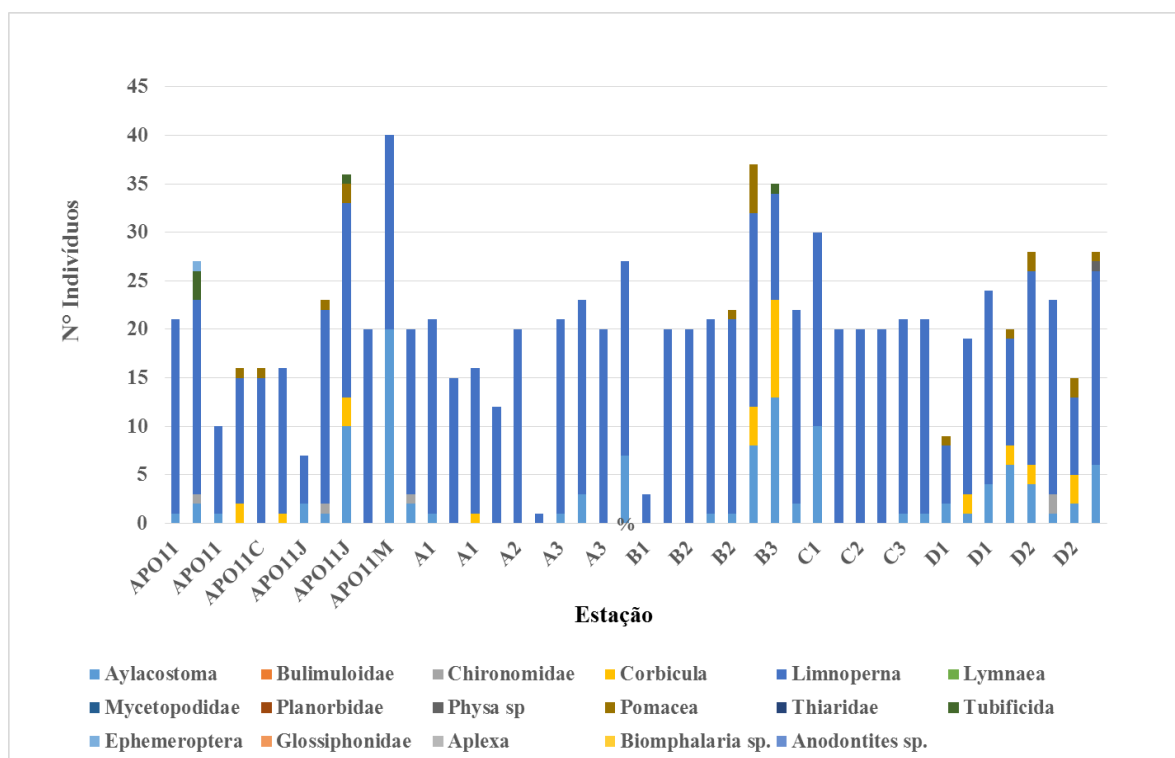


Figura 12. Quantidade de indivíduos por estação de coleta no ano 2019, CTL (APO11_C), CT (APO11), MTT (APO11_M) e JST (APO11_J), A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2.

Analisando as amostras ao longo dos anos, vê-se que o mexilhão dourado foi a espécie mais presente nos resultados obtidos, seguido de *Aylacostoma*.

A maior parte das espécies encontradas são exóticas, e estão ocupando cada vez mais o ambiente, e conseqüentemente disputando por espaço com as espécies nativas, maior exemplo é a predominância do mexilhão dourado.

Segundo Mansur (2004), *Limnoperna fortunei*, vulgarmente conhecido como mexilhão dourado, é um molusco bivalve *Mytilidae* e é uma espécie invasora no Brasil, sendo considerada um grande problema nos reservatórios.

De acordo com Darrigran & Ezcurra de Drago (2000), a espécie é nativa de rios e arroios chineses e do sudeste asiático e, apenas recentemente (1991), através da água de lastro de navios aportou na América do Sul.

Segundo Ferraz et al (2021), dentre as espécies de moluscos bentônicos registrados no lago Igapó, Londrina (Paraná, Brasil), fica evidente a dominância da espécie não nativa invasora *Limnoperna fortunei*, enquanto as nativas foram representadas somente por *Aylacostoma cf. tenuilabris*, em pequena abundância. Mostra-se relevante a ausência de bivalves nativos, visto que em território brasileiro existem mais de 100 espécies, pertencentes a 20 gêneros.

O uso de tanques-rede na região oeste do Paraná está em fase de planejamento e adaptação com crescente aceitação por produtores e consumidores. Porém, um dos entraves quanto ao seu uso refere-se à incrustação de mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) nas telas galvanizadas, dificultando a renovação da água, a qual se faz necessária à oxigenação e, também, para que ocorra a retirada de resíduos tóxicos aos animais. Pode-se destacar ainda a dificuldade de manejo de tanques-rede com a presença dessas incrustações as quais expõem os peixes a constantes ferimentos epidérmicos e os tanques a rupturas (LÖSCH et al., 2009).

Outro organismo apresentado no estudo foi a espécie Thiaridae em relação à presença de Thiaridae nas amostras, vale ressaltar que a espécie exótica *Melanoides tuberculatus* (Thiaridae) vem se espalhando rapidamente pelas principais bacias brasileiras, de acordo com Simone (1999).

A família *Corbiculidae* teve um total de 154 indivíduos representando 4,2% dos indivíduos do estudo. *Corbicula fluminea* é uma espécie de bivalve de água-doce do sudoeste de Ásia que alcançou a região neotropical desde 1970, via costa Argentina, no rio de La Plata (Darrigran, 1992 apud LAGE 2008). A introdução dessas espécies pode mudar a estrutura da teia alimentar aquática por causar modificações na dieta de espécies nativas e influenciar os processos do ecossistema, assim como ciclos de nutrientes e carbono orgânico dissolvido na coluna d'água. É intolerante à variações abruptas no regime de águas, e adaptada à relativa estabilidade física e química, o que leva a acreditar que as alterações ocorridas no deplecionamento de Salto Grande podem ter causado uma redução na abundância dessa espécie e até dos outros Mollusca (Lage, 2008).

4.5 Análise estatística

Os resíduos da ANOVA aplicada aos dados não tiveram distribuição normal e, por este motivo, optou-se pela condução da alternativa não paramétrica Kruskal Wallis.

Os modelos testados para verificação de possíveis diferenças de abundância entre os locais de amostragem revelaram que não houve diferença ($p=0,352$) (Tabela 3; Figura 13).

Tabela 4-Resultados do teste Kruskal -Wallis aplicado aos dados de MIB por estação de coleta.

Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance for 392 Cases

The categorical values encountered during processing are

Variáveis	Estações				
est (16 variáveis)	A1	A2	A3	APO11	APO11C
	APO11J	APO11M	B1	B2	B3
	C1	C2	C3	D1	D2
	D3				

Kruskal-Wallis Test Statistic: 16,460

The p-value is 0,352 assuming chi-square distribution with 15 df.

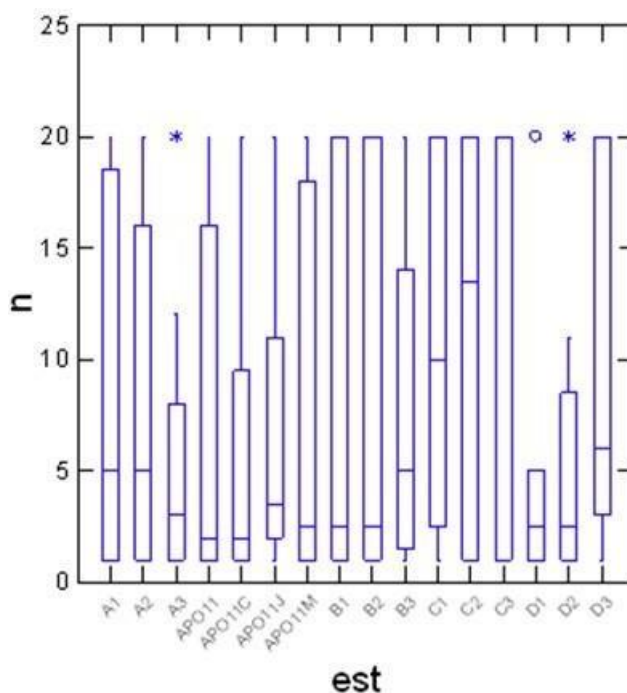


Figura 13-Distribuição de valores medianos de abundância de MIB por estação de coleta

A análise de abundância de MIB de acordo com os grupos taxonômicos foi significativa ($p=0,000$). A comparação aos pares realizada a posteriori mostrou haver diferenças de abundância entre os grupos taxonômicos analisados (Tabela 4; Figura 14).

Tabela 5-Resultados do teste Kruskal -Wallis aplicado aos dados de MIB por agrupamento taxonômico.

Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance for 392 Cases

The categorical values encountered during processing are

Variáveis	Organismos				
grupo (17 variáveis)	Anodontites sp.	Aplexa	Aylacostoma	Biomphalaria sp.	Bulimuloidae não identif
	Chironomidae não identif	Corbicula	Ephemeroptera (exúvia) n	Glossiphonidae não ident	Limnoperna
	Lymnaea	Mycetopodi dae	Physa sp	Planorbidae não identif	Pomacea

Variáveis	Organismos				
	Thiaridae (= Pleurocerid)	Tubificida			

Kruskal-Wallis Test Statistic: 156,987

The p-value is 0,000 assuming chi-square distribution with 16 df.

A Tabela 5 e a Figura 4 mostram a comparação entre pares das abundâncias de MIB, de acordo com os grupos taxonômicos.

De um modo geral, os grupos estudados tiveram abundâncias inferiores às de *Limnoperna*. Este grupo teve diferenças significativas de abundância ($p=0,000$) em relação aos demais. Os grupos *Aylacostoma*, *Corbicula* e *Pomacea* também foram diferentes estatisticamente em suas abundâncias em relação aos demais.

A abundância de *Anodontites sp* foi igual estatisticamente à de *Glossiphonidae* ($p=1,000$). *Aplexa* também teve igualdade estatística em relação a este último grupo taxonômico ($p=1,000$). O grupo *Biomphalaria* teve igualdade a *Turbificida* ($p=0,997$); *Chironomidae* teve abundância igual à de *Thiaridae* ($p=1,000$) e *Ephemeroptera* foi igual estatisticamente a *Glossiphonidae* ($p=1,000$).

Glossiphonidae teve abundância igual estatisticamente aos grupos *Lymnaea* ($p=0,540$), *Mycetopodidae* ($p=1,000$) e *Planorbidae* ($p=0,540$). Este último grupo teve igualdade estatística em relação a *Lymnaea* ($p=1,000$). *Physa sp* teve abundância igual estatisticamente a *Turbificida* ($p=0,110$), bem como o grupo *Planorbidae* ($p=0,069$) em relação a *Turbificida*.

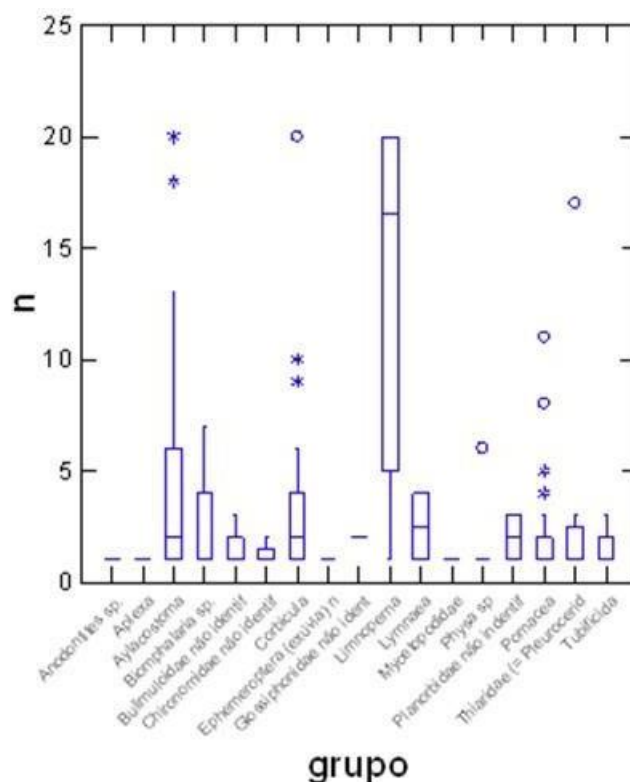


Figura 14-Distribuição de abundância de grupos taxonômicos de MIB

O teste Kruskal-Wallis aplicado aos dados de abundância em relação aos anos de amostragem foi significativo ($p=0,000$) (Tabela 6). A análise a posteriori mostrou que as abundâncias de Macroinvertebrados coletados foram iguais estatisticamente apenas entre 2016 e 2017 (Figura 15).

Tabela 7-Resultado do teste Kruskal-Wallis aplicado aos dados de MIB por ano de execução do experimento

Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance for 392 Cases

The categorical values encountered during processing are

Variáveis	Anos			
	2016	2017	2018	2019
ano (4)				

Kruskal-Wallis Test Statistic: 29,914

The p-value is 0,000 assuming chi-square distribution with 3 df.

Tabela 8-Teste de Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner para todas as comparações de pares.

Grupo (1)	Grupo (2)	p-Value
2016	2017	0,231
2016	2018	0,000
2016	2019	0,018
2017	2018	0,000
2017	2019	0,000

Grupo (1)	Grupo (2)	p-Value
2018	2019	0,000

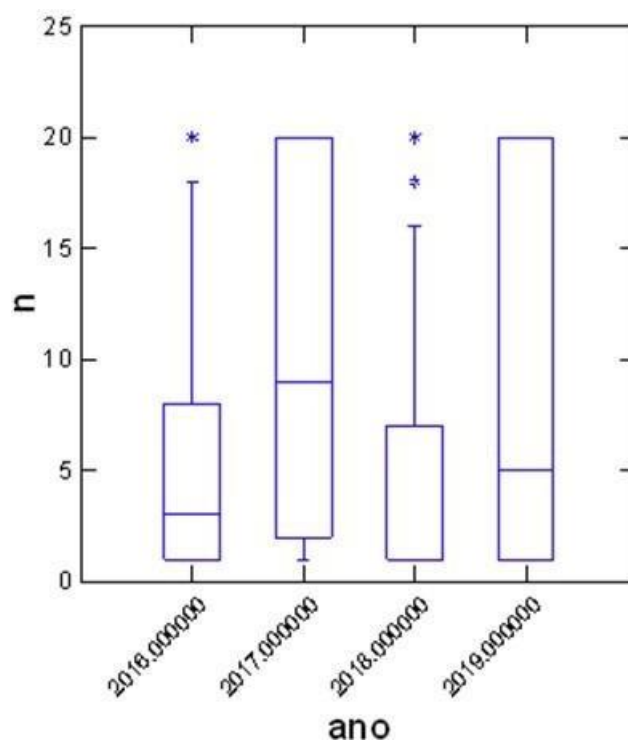


Figura 15-Distribuição de abundância de MIB de acordo com os anos de execução do experimento.

5. CONCLUSÕES

Considerando os objetivos propostos para a realização deste trabalho desenvolvido utilizando MIB como análise para implantação da tilápia (*Oreochromis niloticus*) no sistema de tanque rede pudemos estabelecer as seguintes conclusões:

- ✓ Para microinvertebrados bentônicos a espécie *Limnoperna fortunei* foi a espécie com maior abundância registrada ao longo do experimento;
- ✓ O monitoramento trimestral ao longo dos anos permitiu aferir sobre a qualidade da água, bem como uma noção básica das relações com o meio ambiente, dando suporte a possível implementação do empreendimento;
- ✓ As áreas delimitadas de acordo com a hidrodinâmica local não diferem entre si, baseados nos resultados obtidos.

- ✓ Trabalhos futuros devem ser executados, a fim de se compreender qual o real efeito da implementação de um sistema produtivo no Braço Ocoy, durante a sua atividade.
- ✓ Mesmo com alguns picos os parâmetros liminológicos permaneceram no que é estabelecido segundo a resolução CONAMA 454/12.
- ✓ Os resultados obtidos através do monitoramento durante esses anos podem revelar parte da capacidade de suporte do ambiente, fomentando a importância de se respeitar seu máximo desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the Biodiversity of Brazil' s Inland Waters. v. 19, n. 3, p. 646–652, 2005.

APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. American Public Health Association. Washington DC, 1995.

ANDERSEN, J. M. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. Wat. Res. 10: 329- 331, 1976.

BORGHETTI, J.R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In Anais do I Congresso Sul-Americano de Aquicultura, Recife: SIMBRAq, p. 437- 447. 1998.

CABI– COMITÊ DOS AFLUENTES DO BAIXO IGUAÇU. (2012) Descrição e diagnóstico da unidade hidrográfica dos afluentes do baixo Iguaçu com vistas à criação do comitê de bacia. 15 p. Disponível em: <https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/CERH_-_19_RO/caracterizacao_diagnostico_ugrhi_baixo_iguacu.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) (2012) Resolução n 454 de 1 de novembro de 2012. Estabele as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em:<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materiaisdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf>. Acesso em: 01 de Agosto de 2021.

DARRIGRAN, G. A. (1992). Nuevos datos acerca de la distribucion de los especies del genero

Corbicula (Bivalvia Sphaeriacea) en el area del Rio de La Plata, Republica Argentina. Notas del Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. ISSN 0372-4549

DARRIGRAN, G.A. & COPPOLA, A. (1994). Los bivalvos invasores del Rio de la Plata. Su potencial uso como bioindicadores ambientales. I Congreso y II reunión Argentina de Limnología. Tankay, I: 150-152.

DARRIGRAN, G.; DE DRAGO, I. EZCURRA; INVERTEBRADOS, Depto Científico Zool. PLATA. REGIÃO NEOTROPICAL. **Medio Ambiente** , v. 13, n. 2, pág. 75-79, 2000.

LAGE, FERNANDA. **EFEITOS DA DEPLEÇÃO OPERACIONAL NO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE (RIO PARANAPANEMA, SP-PR) SOBRE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2008.

FERRAZ, João Daniel et al. Malacofauna bentônica do Lago Igapó, Londrina (Paraná, Brasil), com ênfase na espécie invasora mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 42, n. 1, p. 3-14, 2021.

IWAI, M. L. B. Macroinvertebrados Bentônicos De Um Riacho Urbano (Angatuba, Sp) Sob Influência De Diferentes Pressões Antrópicas: Uma Análise Longitudinal E Sazonal Da Composição E Dieta. PhD Proposal, v. 1, 2015

KLIEMANN, Bruna Caroline Kotz et al. Alterações dietéticas e respostas histofisiológicas de um peixe selvagem (*Geophagus cf. proximidadeus*) sob a influência de uma gaiola de tilápia. *Pesquisa sobre pesca* , v. 204, p. 337-347, 2018.

LÖSCH, Juliana Alice et al. Presença de mexilhão dourado no trato gastrointestinal de três espécies nativas de peixes cultivadas em tanques-rede no reservatório de Itaipu. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**, Cascavel, 2009.

MANSUR, M.C.D.; QUEVEDO, C.B.; SANTOS, C.P. & CALLIL, C.T. 2004. Prováveis vias de introdução de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Bacia da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul e novos registros de invasão no Brasil pelas bacias do Paraná e Paraguai. In SILVA, J.S.V. & SOUZA, R.C.C.L. (Orgs.). *Água de Lastro e Bioinvasão*. Rio de Janeiro: Interciência. p. 33-38

MARENGONI, N. G.; et al. Bioacumulação De Metais Pesados E Nutrientes No Mexilhão Dourado Do Reservatório Da Usina Hidrelétrica De Itaipu Binacional. *Quimica Nova*, v. 36, n. 3, p. 359–363, 2013.

NEU, D. H.; BOSCOLO, W. R.; DIEMER, O.; CAMARGO, D. J.; WÄCHTER, N.; PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; MARTÍN, S. & LUNASCHI, L. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), Nuevo bivalvo invasor en Águas del Rio de La Plata. *Neotropica*, vol. 39, no. 101-102, 2014. p. 34

PEIXE BR – Associação Brasileira da Piscicultura. Piscicultura brasileira produziu 722.560 toneladas em 2018, segundo levantamento da Peixe Br. Disponível

em:<<https://www.peixebr.com.br/piscicultura-brasileira-produziu-722-560-toneladas-em-2018-segundo-levantamento-da-peixe-br/>> Acesso em: 20 ago. 2021

PROENÇA, E. C. M.; BITTENCOURT, P. R. L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

SIMONE, L. R. Land and Freshwater Molluscs of Brasil. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, p. Cap. 11, 1999.

WALLACE, J. B.; ANDERSON, N. H. Habitat, life history, secondary production, and behavioral adaptations of aquatic insects. An introduction to the aquatic insects on North America, p. 41–73, 1995.

Allan, J. D. 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35:257–84.

KLEMM, D.J.; FULK F.A. e CORMIER, S.M. 2002. Development and evaluation of the Lake Macroinvertebrate Integrity Index (LMII) for New Jersey lakes and reservoirs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 77:311-333.

KUBITZA, F., CAMPOS, J. L., ONO, E. A. & ISTCHUK, P. I. Panorama da piscicultura no Brasil: estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. *Panorama da Aquicultura*, 22(132): 14-25. 2012.

BENEDITO CECILIO, Evanilde et al. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia* , v. 14, p. 1-14, 1997.

