

## Projeto

### 1. Características

**Título do projeto:** Controle populacional de *Chaoborus* no Reservatório do Passaúna, PR, Brasil

**Período de execução do projeto:** Início 12/2023 Término 12/2024

#### Objetivo geral:

Diagnosticar, desenvolver e executar intervenções para o controle da população de *Chaoborus* sp. e microcrustáceos no reservatório do Passaúna

#### Objetivos específicos:

1. Realizar a caracterização físico-química e ecológica de pontos estratégicos no reservatório e na captação de água
2. Quantificar a densidade de *Chaoborus* sp. e mapear sua distribuição no reservatório
3. Monitorar a densidade e distribuição dos organismos no reservatório (micro e macroinvertebrados e peixes)
4. Caracterizar a dieta das espécies que ocorrem no reservatório
5. Representar o funcionamento do Reservatório Passaúna em modelos ecossistêmicos, para manejo de macroinvertebrados e melhoria da qualidade da água
6. Realizar experimentos e testes de hipóteses para o controle populacional de *Chaoborus* sp.
7. Projetar custos e alternativas de manejo ecológico
8. Elaborar estratégias de educação ambiental

#### Justificativa:

O Reservatório do Passaúna, localizado no Município de Curitiba, foi criado com o objetivo de abastecimento público, e hoje atende aproximadamente 800 mil pessoas. O reservatório, gerido pela Sanepar, abastece a estação de tratamento de água (ETA) Passaúna que tem capacidade de produção de 1.800 l/s, sendo a terceira maior da região de Curitiba.

A partir de Fevereiro de 2022, observou-se um aumento da ocorrência de mosquitos fantasma (*Chaoborus* sp.) na ETA Passaúna, prejudicando o tratamento através da necessidade de utilização de mais reagentes, aumentando os custos e tornando-se um risco para a qualidade da água tratada no local em longo prazo. Algumas tentativas emergenciais de mitigação do problema foram aplicadas como a injeção de peróxido de cloro em altas concentrações, o aumento da concentração de dióxido de cloro no processo de tratamento e a instalação e acionamento de aspersores, mixers e agitadores em frente as comportas de captação de água. Entretanto, essas medidas são apenas paliativas e envolvem custos significativos, além de causarem efeitos colaterais como o aumento de microcrustáceos, similar ao que já aconteceu no reservatório Alagados, na região de Ponta Grossa.

Desta forma, há a necessidade de se investigar as causas do problema para que medidas mitigatórias sustentáveis em curto prazo sejam aplicadas, juntamente com medidas de prevenção em longo e médio prazo. Para isso, hipóteses ecológicas complexas precisam ser testadas a fim de compreender o que está levando ao aumento descontrolado da população de

*Chaoborus* sp. no Reservatório do Passaúna, assim como controlar o problema quando necessário de forma menos custosa e impactante para o ecossistema e consumidores finais de água ou outros serviços ecossistêmicos básicos.

Considerando-se diversos princípios fundamentais da Agenda Global para Pesquisas com Biodiversidade de água doce (Maasri et al. 2022) e especificamente pelo fato de que o Reservatório do Passaúna têm sido objeto de estudo do Laboratório de Ecologia e Conservação, do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná (UFPR) por mais de 10 anos, existem dados que sugerem que o desequilíbrio em questão pode ser resultado de uma cascata trófica causada pela introdução de espécies exóticas invasoras no local, tais como o black bass (*Micropterus salmoides*) e tilápias (*Oreochromis niloticus* e *Coptodon rendalli*). Cascata trófica ocorre quando alterações na abundância de uma espécie de predador afetam direta e indiretamente a abundância de espécies em níveis tróficos inferiores da teia alimentar (Pace et al., 1999) causando impactos no ecossistema, principalmente após a introdução de espécies exóticas invasoras no ambiente.

Outra hipótese levantada para explicar o aumento desenfreado de larvas de mosquito é a recente crise hídrica que ocorreu na região. Distúrbios ambientais como este podem favorecer espécies mais resistentes, como é o caso das espécies invasoras, o que reforça a hipótese de cascata trófica sugerida acima. Há ainda a possibilidade de um efeito indireto da instalação de fotocélulas e estruturas de ancoragem no reservatório, bem como das estruturas da própria captação, visto que existem evidências de que o peixe invasor black bass é atraído por estruturas físicas presentes na água. Além da predação por peixes, outro fator importante que determina a abundância de *Chaoborus* sp. é a quantidade de radiação UV. Ambientes aquáticos com maior quantidade de matéria orgânica filtram a radiação UV que é prejudicial a estes organismos, favorecendo sua sobrevivência. Nesse sentido, o sombreamento da água causado pelas fotocélulas também pode ter influência direta no aumento da abundância de *Chaoborus* sp. observada recentemente.

Sendo assim, é possível que o efeito observado do aumento da população de larvas de mosquito seja resultado de um processo sinérgico entre invasões biológicas, mudanças climáticas e a alteração do habitat, o que precisa ser investigado em campo e preferencialmente também em ambiente controlado, através de experimentos para isolar os fatores de confusão. O projeto é pioneiro no Brasil ao investigar os processos de causa e efeito das invasões biológicas na qualidade da água e que buscará soluções para o caso do reservatório Passaúna. As medidas propostas neste projeto dependem do diagnóstico e resultados obtidos das intervenções.

## 2. Plano de execução

### 2.a Metodologia e Resultados Esperados

#### Metodologia

A quantificação de métricas ecossistêmicas depende de uma amostragem de componentes biológicos no reservatório. Locais de amostragem serão escolhidos estrategicamente, a partir de uma caracterização de habitats, para representar a biomassa dos grupos coletados, principalmente de peixes e invertebrados.



**Meta 1** - Diagnóstico ecológico, com base na literatura e dados existentes, coletas e análises preliminares

Fase 1 - Diagnóstico	
Revisão da literatura e dados disponíveis	Diagnóstico preliminar sobre a distribuição e ecologia das espécies de <i>Chaoborus</i>
Ambiente: Pontos de amostragem	Verificar os pontos de monitoramento de curto e longo prazo realizados pela Sanepar. Definição de pontos adicionais.
Ambiente: Caracterização físico-química	Coleta de amostras de água e aplicação de protocolos de caracterização físico-química do habitat.
<i>Chaoborus</i> : Onde ocorre	Identificar a distribuição espacial das espécies de <i>Chaoborus</i> .
<i>Chaoborus</i> : Quais as densidades	Quantificação das densidades populacionais das espécies de <i>Chaoborus</i> em diferentes profundidades e horários. Identificação dos locais com maior densidade.
<i>Chaoborus</i> : Estudo do ciclo de vida	Compreender as dinâmicas ecológicas de <i>Chaoborus</i> no Reservatório do Passaúna
Caracterização ecológica: Levantamento da comunidade	Coleta de amostras das comunidades biológicas presentes no reservatório e quantificação das densidades e capturas por unidades de esforço. Dados para monitoramento e alimentação dos modelos.
Caracterização ecológica: Relações tróficas	Análise da dieta dos peixes através do conteúdo estomacal; Coleta de material para análises de isótopos estáveis. Dados para monitoramento e alimentação dos modelos.
Caracterização ecológica: eDNA	Coleta de amostras para comparar com dados coletados em 2019 e proposta de monitoramento contínuo com avaliação das densidades

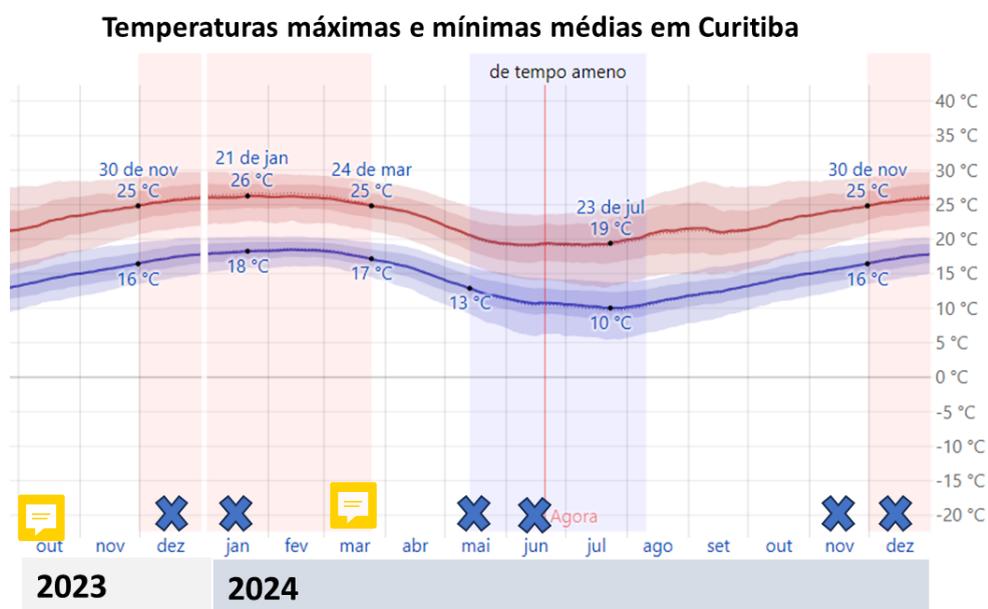
*Revisão de literatura e coleta de dados disponíveis do monitoramento prévio*

Tempo em meses: 6 meses (Dez a maio)

Será realizada uma revisão de literatura científica e de relatórios técnicos, além de avaliação de dados existentes para obter um diagnóstico preliminar sobre a distribuição e ecologia das espécies de *Chaoborus*. Esta etapa é importante pois é necessário a construção de uma base teórica para o desenvolvimento de hipóteses e estratégias. Além disso, o mapeamento do que já foi descoberto sobre o problema e dos dados já coletados permite que o tempo e dinheiro sejam otimizados para as questões ainda não respondidas.

*Período de coletas*

Duas coletas serão realizadas entre dezembro de 2023 e janeiro 2024, correspondendo aproximadamente ao período de maior temperatura e precipitação (Figura 1). Esses fatores são importantes pois determinam a abundância e a distribuição das espécies, bem como taxas de crescimento e reprodução, especialmente para organismos ectotérmicos. Mais duas coletas serão realizadas entre junho e julho de 2024, no período de menor temperatura e precipitação, com o objetivo de capturar variações sazonais na composição das comunidades. Para fins de monitoramento adicional mais duas coletas poderão ser realizadas entre novembro e dezembro de 2024.



Fonte: <https://pt.weatherspark.com/>

Figura 1 - Períodos de coleta (marcados com x) distribuídos de acordo com a temperatura e precipitação do Município de Curitiba. Gráficos de temperatura e precipitação adaptados de <https://pt.weatherspark.com/>.

### *Coletas para caracterização físico-química dos pontos de amostragem*

A caracterização físico-química será realizada nos pontos amostrais que a SANEPAR possui monitoramentos de longo prazo, a fim de comparar os dados históricos com as mudanças recentes. Nesta etapa é esperado que além de obter os dados da companhia, que as análises de caracterização da água (nutrientes fósforo e nitrogênio, DBO, oxigênio dissolvido, carbono orgânico total, entre outras previstas na Resolução CONAMA nº 357 e análises complementares) sejam também fornecidas pela SANEPAR, onde assume-se que elas sejam realizadas periodicamente. **Caso as amostras não possam ser analisadas pela empresa, deverá ser considerado um aditivo de custos para esta etapa que não está previsto neste orçamento inicial**  é em disso, em todos os pontos onde os organismos ou eDNA forem coletados os parâmetros físicos e químicos da água serão mensurados com o auxílio de um Medidor Multiparâmetro para Qualidade da Água e também será realizada a caracterização do habitat aquático (profundidade, tipo de substrato, sombreamento, presença de vegetação aquática, etc).

### *Coletas para caracterização ecológica e da dieta dos organismos*

As coletas de peixes serão realizadas ao longo das margens do reservatório e demais pontos usando redes de arrastos e conjuntos de rede de espera de diferentes malhas e tresmalhos com o objetivo de capturar espécies de diferentes tamanhos e hábitos de vida. Também serão realizadas amostragens com petrechos de pesca específicos para as espécies em foco, como por exemplo, as invasoras ou nativas que serão utilizadas para os experimentos. As coletas de invertebrados serão realizadas utilizando diferentes técnicas e equipamentos de acordo com o organismo alvo. Serão efetuados arrastos verticais utilizando redes de plâncton com tamanhos variados (68 a 200 µm), para capturar diferentes tamanhos e níveis tróficos de invertebrados. Também serão realizadas coletas em diferentes horários, durante o dia (9 - 10h) e após o anoitecer (19 - 20h) e em variadas profundidades utilizando garrafa de Van Dorn, buscando a marcação de perfil biológico das comunidades de invertebrados. Esse tipo de amostragem se mostra necessária sobretudo para capturar exemplares de *Chaoborus* sp. devido ao seu hábito de migração vertical na coluna d'água ao longo do dia. 

Ainda serão realizadas coletas com o auxílio de bomba elétrica, nessa última modalidade serão coletadas e filtradas 100L de água em diferentes pontos do reservatório imediatamente abaixo na superfície da coluna de água, utilizando para a filtragem rede de plâncton com malha de 68 µm, além de arrastos horizontais com a mesma rede. Essas coletas possibilitarão a identificação de invertebrados planctônicos, componentes alimentares importantes de *Chaoborus* sp., principalmente microcrustáceos e rotíferos.

Os organismos capturados serão manejados seguindo todas as normas éticas, identificados, quantificados, fotografados, pesados e medidos e quando necessário serão eutanasiados e levados para o Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná para análises posteriores.

### *Coletas DNA ambiental (eDNA)*

As amostras serão coletadas em pontos estratégicos do reservatório. Em cada local, serão coletadas amostras de água em triplicatas de 5000 mL cada, utilizando frascos estéreis. Amostras de água serão filtradas em laboratório usando uma bomba a vácuo e unidades de filtro celulose 0.45µm, preservadas com o buffer de Longmire. Para evitar a contaminação, todos os materiais de amostragem reutilizados entre os locais serão descontaminados com 10% de água sanitária e enxaguados em água destilada entre cada uso. A extração, amplificação e sequenciamento do eDNA serão realizadas a partir do material particulado dos filtros. A extração e sequenciamento do eDNA será realizado por laboratório especializado, contratado para este fim. A metodologia requerida para a extração é o uso do kit Qiasgen Blood and Tissue DNeasy juntamente com as modificações do protocolo, conforme descrito em Lacoursière-Roussel et al. (2016), onde inicialmente será identificado através de primer específico de DNAm a presença de DNA de vertebrados, e em seguida o DNA das espécies de interesse serão identificados através da comparação com a base de dados do Genbank.

### Análises Laboratoriais

Os peixes e invertebrados levados ao laboratório serão identificados em nível específico de acordo com a literatura e terão sua abundância quantificada por ponto amostral e metodologia de coleta. Será feita a biometria dos peixes e a retirada dos estômagos para posterior análise da dieta. O conteúdo estomacal dos peixes será analisado com microscópio ou a olho nu, e os itens identificados ao menor nível taxonômico possível. O volume e a frequência de ocorrência de cada item serão registrados. A ocorrência será definida pela proporção de estômagos na amostra em que um determinado item ocorreu e o volume pelo deslocamento da água em um recipiente ou com o uso de placas milimetradas. Esses dados serão utilizados para a identificação de hábitos alimentares e construção de matriz de dieta e ocorrência. Amostras de tecido dos organismos também serão coletadas e enviadas para análises de isótopos estáveis (carbono e nitrogênio) com o objetivo de elucidar as relações tróficas que ocorrem no reservatório e que podem estar influenciando nas flutuações da densidade de *Chaoborus* sp.

### Meta 2 - Experimentos e testes de hipóteses

Tempo em meses: 6 meses (período entre cole Fevereiro a Abril/Julho a Setembro)

Após a caracterização físico-química e ecológica do ambiente e do levantamento bibliográfico sobre a biologia de *Chaoborus* sp. será possível testar a influência de variáveis bióticas e abióticas relevantes para o controle populacional do organismo em questão. Para tal serão realizados experimentos verificando a influência de fatores como concentração de matéria orgânica, turbidez, incidência de luz e presença de predadores na abundância e sobrevivência de larvas de *Chaoborus* sp.

Serão realizados experimentos de resposta funcional com os predadores de *Chaoborus* sp. identificados através da análise de dieta e isótopos estáveis para identificação dos organismos que podem atuar como agentes de controle biológico eficazes das larvas. Para isso, serão coletados os predadores e as larvas de *Chaoborus* sp. no próprio reservatório. Caso a quantidade de predadores coletados não seja suficiente para a quantidade de réplicas necessárias, estes poderão ser obtidos com aquicultores ou pescadores locais. Os animais

serão mantidos preferencialmente em tanques com água do próprio reservatório, e os experimentos consistirão em oferecer diferentes densidades iniciais de larva para o ajuste da curva de resposta funcional de cada predador (Figura 2). Um bom agente de controle biológico é caracterizado por uma curva Tipo III, onde há uma aceleração na taxa de consumo a partir de densidades intermediárias de presa.

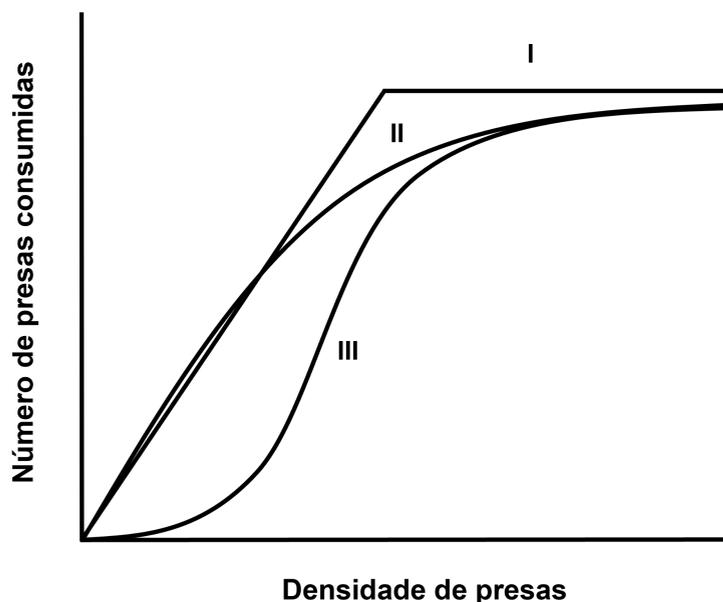


Figura 2 - Tipos de curva de resposta funcional

Além das interações ecológicas de possíveis predadores, o efeito de fatores abióticos como a turbidez da água e o sombreamento artificial também serão testados em laboratório. Sabe-se que a quantidade de carbono orgânico dissolvido (COD) têm influência direta na quantidade de radiação UV filtrada pela água, sendo assim, amostras de água serão coletadas em três locais de referência representando diferentes níveis de COD na água (baixo, médio e alto) para teste da sobrevivência de larvas em laboratório. As larvas coletadas no reservatório serão transportadas ao Laboratório de Ecologia e Conservação onde serão expostas a luz UV artificial e natural. A sobrevivência das larvas em cada condição será medida após a exposição à luz e comparada com amostras não expostas à luz (simulando o ambiente sombreado pelas fotocélulas).

Organismos filtradores, como bivalves de água doce, também podem ter influência direta sobre a transparência da água (Sousa et al., 2009, 2014). Sendo assim, o efeito da presença de bivalves nativos sobre a turbidez da água e conseqüentemente, sobrevivência de larvas expostas à luz UV será testada em laboratório. Após o levantamento inicial e também considerando dados históricos das densidades destes organismos no reservatório, serão testados as espécies de potencial interesse. Preferencialmente serão utilizados bivalves nativos coletados no próprio reservatório, mas caso o número necessário não seja obtido, poderão ser coletados em corpos d'água adjacentes ao reservatório. Serão testadas diferentes abundâncias destes organismos já que sua capacidade de alterar a qualidade da água está relacionado com o tamanho da população (Liljendahl-Nurminen et al., 2006).



**Meta 3** - Ajustes baseados no diagnóstico, com a continuidade e/o intensificação de coletas e

*análises laboratoriais.*

Ao longo do projeto serão realizados ajustes baseados nos resultados e diagnósticos que podem incluir a continuidade e/ou intensificação das coletas e análises laboratoriais, bem como a proposição de novos experimentos para testar as hipóteses e possíveis soluções levantadas.  saltamos que a investigação dos efeitos causados pelo aumento das densidades de *Chaoborus* sp. ainda é incipiente, e por isso precisam ser abordados de forma dinâmica, considerando os diferentes aspectos da ecologia da espécie e da característica do ambiente. Além disso, os sistemas avaliados são dinâmicos e interativos, sendo influenciados por diferentes fatores bióticos e abióticos, e por isso podem apresentar respostas não lineares.

#### **Meta 4 - Análises estatísticas e Modelos populacionais e Ecosistêmicos**

Modelos populacionais estimados por equações diferenciais serão elaborados para representar uma interação prévia entre espécies de peixes e invertebrados. Tais modelos permitirão o teste de hipóteses relacionadas a predação e ecologia do medo. A biomassa, dinâmica reprodutiva e interações tróficas dos grupos animais serão incluídas no modelo de balanço de massas Ecopath with Ecosim (EwE). O EwE é considerado pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) uma das principais ferramentas para abordagem ecossistêmica, com o melhor ajuste para previsão de mudanças climáticas. Com os modelos gerados pelo EwE, é possível avaliar a estrutura e o funcionamento de ecossistemas aquáticos de forma integrada e quantitativa e prever cenários alternativos sob influência de secas e cheias.

#### **Meta 5 - Proposição de intervenções**

Após a execução do modelo, serão realizados ajustes baseados nos resultados e diagnósticos, bem como a proposição de novos experimentos para testar possíveis soluções levantadas. As alternativas encontradas oriundas das metas anteriores serão testadas.



#### **Meta 6 - Cenários Futuros**

A previsão de cenários futuros também será realizada com os dados obtidos no modelo para identificar possíveis alterações nas densidades dos organismos de importância.

#### **Meta 7 - Protocolo de detecção e manejo integrado de espécies invasoras em reservatórios de abastecimento de água**

Após o processo iterativo do diagnóstico, monitoramento, experimentos e modelo ecológico será elaborado um protocolo com as metodologias utilizadas na detecção das espécies de interesse, a sequência de experimentos e os testes envolvidos com indicadores que mostrem a evolução das soluções aplicadas. O desenvolvimento deste protocolo tem como objetivo sintetizar o trabalho empregado no projeto e servir como guia para o manejo em outros reservatórios.



### **Meta 8 - Análise de custos e benefícios do manejo das espécies invasoras**

Considerando todo o investimento realizado para solucionar o problema, realizar as investigações ecológicas, e os custos operacionais da SANEPAR para mitigação de curto prazo na ETA, será elaborada a análise de custos e benefícios. Esta análise visa dar suporte nas tomadas de decisão quando situações semelhantes possam apresentar em outros reservatórios, bem como apresentar os investimentos em monitoramento a longo prazo para evitar a recorrência do problema. 

### **Meta 9 - Sugestões para educação ambiental e participação comunitária no manejo**

A educação ambiental visa conscientizar os pescadores esportivos dos perigos das introduções e utilizar a pesca esportiva como forma de controle das populações de peixes invasores presentes por meio de torneio. 



### **Resultados esperados**

As ações propostas nos experimentos para buscar soluções a este problema estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis relacionados ao controle de espécies invasoras e as ações de prevenção da chegada de novos organismos. 

A Sanepar está tomando a frente por meio do financiamento de um projeto multidisciplinar, que terá produtos relacionados ao protocolo de manejo integrado de espécies invasoras em reservatórios de abastecimento de água.

### **Meta 1 - Produto relacionado: Diagnóstico ecológico, com base na literatura e dados existentes, coletas e análises preliminares**

Espera-se que a partir da revisão de literatura e dos dados fornecidos pelo monitoramento da SANEPAR, seja traçado um histórico e diagnóstico dos possíveis fatores de interação que possam ter levado ao aumento expressivo da população de *Chaoborus* sp. Estes dados serão utilizados em conjunto com as coletas preliminares e servirão como subsídio para delineamento dos experimentos, testes de hipóteses e propostas de intervenções de manejo ecológico.

### **Meta 2 - Produto relacionado: Proposição e execução de intervenções (manejo ecológico) com base no diagnóstico**

Com os resultados obtidos nos experimentos e modelos, poderemos identificar e manejar espécies com potencial de controlar a densidade das larvas de *Chaoborus* sp., tanto diretamente (por exemplo, por meio da predação), como indiretamente (por exemplo, alterando parâmetros físico-químicos da água que podem estar favorecendo a espécie foco). Intervenções ambientais diretas também podem ser propostas.

### **Meta 3 - Produto relacionado: Monitoramento após ajustes baseados no diagnóstico, com a continuidade e/o intensificação de coletas e análises laboratoriais**

O monitoramento das comunidades nas estações chuvosa e seca, além dos resultados dos experimentos e modelos tróficos permitirão o ajuste e proposição de novos experimentos e das estratégias de controle de *Chaoborus* sp.

**Meta 4 - Produto relacionado: Apresentar dinâmicas do reservatório a partir da calibração de modelos populacionais ecossistêmicos que subsidiem ações de manejo da biota e melhoria na qualidade da água captada.**

Após os resultados de isótopos estáveis e dieta dos organismos coletados, bem como as suas densidades estimadas, será calibrado um modelo populacional ecossistêmico para investigar as interações tróficas e relações entre as espécies.

**Meta 5 - Produto relacionado: Novas proposições e execuções de ações baseadas em atualizações**

Com os resultados do modelo e dos experimentos, as soluções propostas serão re-avaliadas e será verificada a necessidade de mais experimentos e outras abordagens. Ressalta-se que o teste de hipóteses por experimentos e as soluções propostas fazem parte de um processo iterativo e não linear.

**Meta 6 - Produto relacionado: Previsão de cenários futuros**

A partir de todos os resultados obtidos serão avaliados cenários futuros, considerando as mudanças climáticas no modelo ecossistêmico.

**Meta 7 - Produto relacionado: Elaboração de um protocolo de detecção e manejo integrado de espécies invasoras em reservatórios de abastecimento de água**

Nas fase final do projeto, será realizado um sumário de todos os experimentos realizados, considerando os resultados positivos, neutros e negativos, para elaborar o protocolo de detecção e manejo das espécies invasoras que poderá ser aplicado em outros reservatórios da SANEPAR para evitar e mitigar os efeitos adversos encontrados em cenários semelhantes ao do reservatório Passaúna.

**Meta 8 - Produto relacionado: Análise de custos e benefícios do manejo das espécies invasoras**

Os custos envolvidos em todo o processo de mitigação dos efeitos das espécies, bem como investimento científico e tecnológico serão contabilizados em uma análise de custos e benefícios do manejo destas espécies. Sabe-se que o investimento inicial em soluções ecológicas para problemas em escalas aquáticas e terrestres é alto, porém com grande retorno a longo prazo, desde que as medidas sugeridas de monitoramento e conservação sejam implementadas e acompanhadas por equipe especializada.

#### **Anexo C - Relação dos Bens Móveis e Imóveis**

**Informar a relação de bens móveis e imóveis da UFPR a serem disponibilizados ao projeto, detalhando as características da infraestrutura laboratorial e administrativa necessárias por etapa do projeto, valores previstos no projeto referentes ao ressarcimento da UFPR pelo uso destas instalações e respectivos percentuais a serem repassados à Universidade, FDA, Setor,**

Departamento ou outro órgão acadêmico, se aplicável. Cabe ressaltar que a isenção de taxa não exige a apresentação do presente anexo.

Meta/Etapa	Infraestrutura Utilizada	Campus	Servidor Responsável	Matrícula UFPR
Todas as fases	Laboratórios de Ecologia e Conservação	Politécnico	Jean Ricardo Simões Vitule	
Fase 1 e 2	Barco e motor	Politécnico	Jean Ricardo Simões Vitule	
Fase 1 e 2	Microscópio e lupas	Politécnico	Jean Ricardo Simões Vitule	
Fase 1	Redes de pesca e de plâncton 60 um	Politécnico	Jean Ricardo Simões Vitule	
Fase 1 e 2	Sonda multiparâmetros	Politécnico	Jean Ricardo Simões Vitule	

#### Anexo D - Orçamento

##### Orçamento simplificado

Descrição	Quant.	Valor unit.	Total parcial (12 meses)	Observações
Professores	1	6000	72000	Bolsa professor coordenador
Professores	1	2000	24000	Bolsa assistente professor coordenador
Bolsa técnica	1	4000	48000	Bolsa para análise de dieta dos organismos e processamento de amostras
Bolsa técnica	1	4000	24000	Bolsa para especialista em modelagem com duração de 6 meses
Bolsa técnica	5	7300	175200	Assistente de coleta e experimentos. Considerando que a parcela técnica caracteriza a bolsa como tributável pelo imposto de renda, tendo a sua redução prevista para os bolsistas em 27,5%. O valor final pago para o bolsista será de 5750 reais.
Pós-doc	5	12300	738000	Teto do valor PDJ CNPq, considerando que a





## Anexo E - Equipe Técnica Proposta

A equipe técnica mínima para execução do projeto proposto acima deverá contar com, pelo menos, os seguintes profissionais:

**1 prof responsável** (Jean)

**1 prof assistente** (Tobias)

**2 Técnicos especialistas**



- Um biólogo com doutorado em ecologia ou áreas correlatas e experiência comprovada em análise de dieta de peixes de água doce, comprovado através de artigos publicados e/ou monografia/dissertação/tese;
- Um biólogo com doutorado em ecologia e conservação e experiência comprovada em modelagem ecossistêmica através de currículo ou artigos publicados;

**5 pós-docs (1 eng amb e 4 biólogos)**

- Um biólogo com mestrado em ciências ambientais e recém doutor em ecologia e conservação com atuação em estudos de metacomunidades zooplanctônicas com o grupo biológico do organismo de interesse e seu compartimento aquático, comprovado através de currículo e artigos publicados nos últimos 5 anos;
- Um biólogo com mestrado e recém doutor em ecologia e conservação, com experiência comprovada em monitoramento de ictiofauna, experimentos de predação utilizando peixes e invertebrados de água doce e conhecimento sobre invasões biológicas, comprovado através de currículo ou artigos publicados nos últimos 5 anos;
- Um engenheiro ambiental com mestrado em engenharia ambiental voltado para modelagem de qualidade da água em reservatórios e recém doutor em ecologia e conservação com atuação em invasões biológicas (revisão, síntese e análises de dados), coleta e análises de DNA ambiental e estudos econômicos do manejo de espécies invasoras, comprovado através de currículo e artigos publicados nos últimos 5 anos;
- Um biólogo com mestrado e recém doutor em ecologia e conservação, com experiência em bioindicadores e experimentos ecotoxicológicos, invasões biológicas e experimentos com outros macroinvertebrados e atuação em laboratórios, comprovado através de currículo e artigos publicados nos últimos 5 anos.
- Um biólogo com doutorado em ecologia ou áreas correlatas e experiência comprovada em análise de organismos de água doce, e invasões biológicas comprovado através de artigos publicados e/ou monografia/dissertação/tese;

**2 técnicos geral (biólogo)**

Dois biólogos com mestrado em aquicultura e desenvolvimento sustentável, e que tenha experiência comprovada em ecologia de ambientes aquáticos, impactos antrópicos, coleta e identificação de ictiofauna, caracterização ambiental, análises espaciais de uso do solo, e rotinas laboratoriais.