Rua João Negrão, 280 • Centro
CEP 80010-200 • Curitiba • Paraná
Telefone |41| 3360.7400 • Fax |41| 3323.1633
www.funpar.ufpr.br • e-mail: funpar@funpar.ufpr.br

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 11
Mov. 3

Manejo adaptativo científico para o controle populacional de *Chaoborus* nas adjacências da captação de água do Reservatório Passaúna

Outubro
2025

Entidade de Direito Privado Declarada de Utilidade Pública
Decreto Federal de 16/04/1997 • Lei Estadual 7475/81 • Lei Municipal 7200/88
CNPJ/MF nº 78.350.188/0001-95

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

Rua João Negrão, 280 • Centro
CEP 80010-200 • Curitiba • Paraná
Telefone |41| 3360.7400 • Fax |41| 3323.1633
www.funpar.ufpr.br • e-mail: funpar@funpar.ufpr.br

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 12
Mov. 3

1 APRESENTAÇÃO

O projeto "Manejo adaptativo científico para o controle populacional de *Chaoborus* nas adjacências da captação de água do Reservatório Passaúna" será realizado pelo Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC), vinculado ao Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A execução contará com a infraestrutura laboratorial do LEC e com o envolvimento de grupos de pesquisa da UFPR especializados em ecologia aquática e manejo de espécies.

2 OBJETO

Contratação de serviço para a execução de manejo adaptativo científico para o controle populacional de *Chaoborus* nas adjacências da captação de água do reservatório Passaúna.

2.1 Objetivo Principal

O objetivo é propor e implementar ações sustentáveis para mitigar, em curto prazo, a alta densidade de *Chaoborus* nas adjacências da captação de água do reservatório, bem como desenvolver medidas integradas de prevenção e controle a médio e longo prazo, com base em evidências científicas de múltiplas fontes e em modelo ecossistêmico calibrado pelo projeto anterior (Contrato Sanepar/Funpar nº 59038/2024) e nos princípios do manejo adaptativo.

2.2 Objetivos Específicos

- Propor e executar medidas e intervenções para o controle populacional de *Chaoborus* nas adjacências da captação de água do reservatório Passaúna, PR;
- Monitorar a densidade e distribuição das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton, *Chaoborus* e peixes nas adjacências da captação de água do reservatório Passaúna, PR durante e após a execução das medidas de manejo;
- Monitorar e analisar cientificamente os efeitos positivos e negativos do manejo nas características do ecossistema aquático;
- Executar ações de comunicação ambiental diretamente relacionadas aos ambientes aquáticos e impactos das principais espécies exóticas invasoras aquáticas.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

Rua João Negrão, 280 • Centro
CEP 80010-200 • Curitiba • Paraná
Telefone |41| 3360.7400 • Fax |41| 3323.1633
www.funpar.ufpr.br • e-mail: funpar@funpar.ufpr.br

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 13
Mov. 3

3 JUSTIFICATIVA

Desde dezembro de 2021, a SANEPAR tem registrado a presença recorrente de larvas e ovos do chamado mosquito fantasma (*Chaoborus*) na Estação de Tratamento de Água (ETA) Passaúna. Essa ocorrência tem comprometido o processo de tratamento, resultando em maior demanda por reagentes, aumento de custos operacionais e preocupações crescentes em relação à qualidade da água fornecida.

Contratado por meio da UFPR/Funpar, desde agosto de 2024, o Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC/UFPR) vem conduzindo um projeto no Reservatório Passaúna, com monitoramento ecológico sistemático em cinco setores estratégicos. Além do levantamento dos dados existentes, na pesquisa foram considerados relatórios fornecidos pela Sanepar e inúmeras informações de pesquisas realizadas há mais de uma década pelo próprio LEC (https://vitulelab.wixsite.com/lec-ufpr) e pela Cooperação Técnica 171/2019 entre Sanepar e UFPR, principalmente pelo projeto MuDak (https://www.mudak-wrm.kit.edu/), entre outros. Com todo este suporte de dados e conhecimento científico pretérito, análises do projeto supracitado incluíram levantamento bibliográfico e revisões de literatura sistematizadas, a caracterização das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, o acompanhamento das populações de *Chaoborus* e o estudo da assembleia de peixes. Paralelamente, foram realizadas análises de isótopos estáveis, que permitiram identificar as espécies de peixes que têm consumido *Chaoborus* na cadeia trófica local, experimentos ecológicos de campo e laboratório para compreender o potencial de predação de *Chaoborus* por peixes nativos e exóticos, bem como as respostas comportamentais desses insetos à exposição à luz ultravioleta. Esses estudos geraram evidências sobre os fatores ecológicos que regulam a abundância de *Chaoborus* no reservatório, oferecendo, junto a uma modelagem ecossistêmica, uma base científica sólida para o delineamento de estratégias de controle e manejo.

Diante da complexidade ecológica do fenômeno e da persistência do problema ao longo dos últimos anos, reafirma-se como necessária uma abordagem ecossistêmica integrada e adaptativa, fundamentada em hipóteses bem formuladas e sustentadas por dados robustos para o controle de *Chaoborus* no reservatório Passaúna. O enfrentamento eficaz desses desafios requer a implementação de medidas de controle e mitigação sustentáveis em curto prazo, aliadas a ações de prevenção em médio e longo prazo. Ainda, é fundamental a implementação de um programa de monitoramento científico contínuo capaz de antecipar e evitar novos episódios de aumentos populacionais de *Chaoborus*, reduzindo impactos ambientais, operacionais e econômicos.

Dessa forma, a presente proposta de execução de ações fundamentadas de manejo para o controle de populações de *Chaoborus* se insere em um processo contínuo de pesquisa e gestão colaborativa, que alia conhecimento científico aprofundado à experiência prática

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 14
Mov. 3

com o assunto em geral e especificamente no reservatório em questão. Em função da complexidade do desafio, é imprescindível a contratação da equipe técnica especializada que desenvolveu pesquisas em longo prazo dentro do ecossistema em questão e sendo esta a mesma equipe que elaborou toda a estratégia, a partir de calibração de modelo ecossistêmico. Neste contexto, ressaltando que toda a equipe proponente possui comprovada expertise em ecologia aquática, invasões biológicas e manejo de espécies exóticas invasoras aquáticas, particularmente com histórico de atuação consolidado na região e ecossistema específico em questão. Este critério de investimento é fundamental para garantir a implementação de soluções duradouras, ambientalmente responsáveis e que assegurem a qualidade da água e dos demais serviços ecossistêmicos destinados à população atual e futuras gerações.

4 ABRANGÊNCIA E LOCALIZAÇÃO

As medidas de manejo e monitoramento previstas na presente proposta, serão desenvolvidas na região da captação de água adjacente à Estação de Tratamento de Água (ETA) do Reservatório do Passaúna, operado pela SANEPAR, no estado do Paraná. As análises laboratoriais e experimentos complementares serão conduzidos no Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC) do Departamento de Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

5 ABORDAGEM

O aumento populacional de *Chaoborus* no Reservatório Passaúna representa um desafio ecológico e operacional complexo, que demanda uma compreensão integrada dos processos biológicos e das interações tróficas e não tróficas nos ecossistemas locais. Para subsidiar o desenvolvimento de estratégias ecológicas eficazes e sustentáveis para o controle dessa população, foram formuladas perguntas específicas, hipóteses locais com fundamentações baseadas em literatura e dados empíricos supracitados:

- Qual o efeito do isolamento da área da captação por cercamento para a otimização das medidas de controle de *Chaoborus*?
- A remoção dos peixes predadores de topo dentro da área cercada contribui para o aumento da eficiência do controle populacional de *Chaoborus*?
- O aumento da densidade de peixes mesopredadores na área de estudo resulta em redução significativa das larvas de *Chaoborus*?
- A utilização de tanques-rede para intensificar o controle biológico é uma estratégia viável e eficaz no contexto emergencial do Reservatório Passaúna?
- Quais estratégias complementares podem ser aplicadas para o controle de larvas e adultos de *Chaoborus* no Reservatório Passaúna?

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 15
Mov. 3

5.1 Fundamentação

5.1.1 Suporte empírico histórico de literatura e argumentação de base

O controle biológico é uma estratégia milenar para o manejo de pragas e organismos indesejados, com registros históricos que remontam ao Egito Antigo (4 mil anos atrás), onde gatos domésticos foram retratados como úteis no controle de roedores e insetos. O controle biológico moderno tem raízes principalmente relacionadas às aplicações agrícolas. Um dos primeiros e mais emblemáticos casos ocorreu em 1888, quando o besouro predador (*Rodolia cardinalis*) e a mosca parasita (*Cryptochaetum iceryae*) da Austrália foram introduzidos na Califórnia para combater a infestação da Cochonilha-de-almofada-algodoeira (*Icerya purchasi*). Esta intervenção foi decisiva para a contenção da praga, salvaguardando a indústria cítrica em expansão na região (Caltagirone & Doutt, 1989).

Publicações sobre o uso de espécies de peixes não nativas como agentes de controle biológico começaram a aparecer apenas no final do século XX, aproximadamente 30 anos após o primeiro caso documentado envolvendo espécies de peixes nativas. Assim, os peixes demonstram grande potencial como agentes naturais de controle biológico, ajudando a reduzir populações de insetos ao se alimentarem de suas larvas em ambientes aquáticos (Griffin & Knight, 2012). No entanto, o uso de espécies não-nativas e nativas deve ser usado sempre com muita cautela e embasamento técnico-científico, levando-se em consideração as possibilidades de fuga e consequentes desestruturação de comunidades locais.

5.1.2 Peixes como controle biológico de larvas de mosquitos

Peixes predadores do estágio larval aquático de insetos são chamados de peixes larvóforos. Muitos outros organismos também apresentam essa característica, incluindo girinos (Gould, 2020), larvas de insetos (Kumar e Hwang, 2006), anfíbios (Brodman & Dorton, 2006) e até mesmo outras larvas de mosquitos (Kerridge, 1971). No entanto, peixes são o tipo de predador mais comum e amplamente estudado usado para controle biológico de mosquitos. A predação de mosquitos foi registrada em muitos habitats, desde pequenos recipientes de plástico (Connor, 1922) até ecossistemas naturais complexos, incluindo ambientes de pântanos costeiros (Harrington e Harrington 1961, 1982; Hess e Tarzwell 1942; Morton et al., 1988). Como um agente de controle biológico, peixes larvóforos demonstraram ser muito eficazes na redução de populações de larvas de mosquitos em muitas partes do mundo, em uma variedade de habitats (Chandra et al., 2008; Kumar & Hwang, 2006; Van Dam & Walton, 2007).

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 16
Mov. 3

5.1.3 Riscos ambientais: uso de espécies exóticas de peixes para controlar mosquitos

Apesar de seu potencial, o controle biológico usando peixes pode ser prejudicial ao meio ambiente, especialmente em sistemas complexos e ecologicamente importantes, como manguezais. Soltar peixes predadores exóticos em um pântano para controlar mosquitos pode perturbar ecossistemas naturais, com os peixes superando predadores nativos e se alimentando de organismos não-alvo (Bence, 1988; Hoddle, 2004). Exemplos notáveis foram a introdução dos peixes-mosquito (*Gambusia affinis* e *G. holbrooki*), duas espécies nativas da América do Norte, que causaram declínios significativos nas populações de espécies nativas de peixes (Arthington & Marshall, 1999; Angelon & Petranka, 2002; Chandra et al., 2008; Kumar & Hwang, 2006; Morton et al., 1988; Laha & Mattingly, 2007), resultando em sua designação como pragas exóticas significativas e seu uso como um agente de controle sendo proibido na Austrália.

5.1.4 Controle biológico ambientalmente correto usando peixes

A experiência do peixe-mosquito ilustra o risco de introduzir espécies exóticas. No entanto, o controle biológico tem potencial para ser uma forma eficaz e ambientalmente correta de controle de mosquitos, usando peixes nativos da microbacia local compatíveis com o ambiente. Esses peixes também podem ser tão ou até mais eficazes no controle de mosquitos do que espécies perigosas como *Gambusia affinis* e *G. hoolbrooki*. Van Dam & Walton (2007), fazendo experimentos em lagoas na Califórnia, descobriram que populações relativamente pequenas e de reprodução lenta de *Gila orcutti* reduziram o número de mosquitos tão efetivamente quanto populações grandes e de reprodução rápida de *G. affinis*, com muito menos predação de invertebrados não alvos. Em testes de laboratório, Hurst et al. (2004) compararam a predação de mosquitos do gênero *Culex* por sete espécies nativas de peixes australianos e *G. holbrooki*, e descobriram que três dessas espécies, *Melanotaenia duboulayi*, *Ambassis marianus* e *Hypseleotris compressa*, eram predadores igualmente ou mais eficazes de larvas de mosquitos *Culex* do que *Gambusia holbrooki*.

5.2 Análise de custos e benefícios do manejo das espécies invasoras, levantamento dos gastos e retornos do protocolo proposto

Sabe-se que o investimento inicial em soluções ecológicas para problemas em escalas aquáticas e terrestres é variável e proporcional ao passivo ambiental, contribuindo para aumento dos valores investidos. No entanto, tendem a um grande retorno em longo prazo, desde que as medidas sugeridas de monitoramento e conservação sejam implementadas e acompanhadas por equipe especializada. Considerando todo o investimento realizado para

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 17
Mov. 3

tentar mitigar o problema com infestações de *Chaoborus* na ETA Passaúna a Sanepar teve (e continua tendo) custos operacionais e de investigação ecológica os quais foram considerados na análise custo-benefício, um dos produtos do Contrato Sanepar/Funpar nº 59038/2024.

Portanto, foi realizado um levantamento de todos os custos envolvidos em pesquisa, manejo e potenciais impactos negativos causados pelas espécies invasoras que foram detectados (e.g. *Micropterus salmoides* e *Ceratium furcoides*). A partir da quantificação destes dados, estimativas baseadas nos cenários futuros foram realizadas para entender a dinâmica de custos envolvidas com as questões ecológicas. Este tipo de análise segue padrão internacional de estimativas de custos de espécies invasoras e visa dar suporte nas tomadas de decisão quando situações semelhantes possam ocorrer em outros reservatórios, bem como apresentar os investimentos em monitoramento a longo prazo para evitar a recorrência do problema.

5.2.1 Contextualização

Os ambientes aquáticos desempenham papel essencial na manutenção da biodiversidade e no fornecimento de serviços ecossistêmicos vitais ao bem-estar humano (Olden et al., 2020; Díaz et al., 2018; Lynch et al., 2023). No entanto, esses ambientes estão entre os mais impactados pelas ações humanas, enfrentando pressões como poluição, alterações hidrológicas, perda de habitats (Dudgeon et al., 2006; Agostinho et al., 2009) e carência de políticas públicas eficazes voltadas à sua conservação (Junk et al., 2014; Maasri et al., 2022).

Entre os impactos mais significativos, a introdução de espécies exóticas invasoras figura como uma das principais ameaças à integridade desses ecossistemas, estando associada à perda de biodiversidade, degradação ecológica e prejuízos econômicos (Vitousek et al., 1996; Doherty et al., 2016; Watson et al., 2019; Essl et al., 2019; Meyerson & Mooney, 2007; Ellender & Weyl, 2014; Darwall et al., 2018; Soto et al., 2025). Tais invasões geram custos expressivos à economia global, com estimativas de até 3 bilhões de dólares anuais no Brasil (BPBES, 2022), e impõem severos desafios à saúde pública e à qualidade de vida (Mazza et al., 2014; Diagne et al., 2021; IPBES, 2023; Vitule & Pelicice, 2023; Carneiro et al., 2024). A detecção precoce e o manejo preventivo de espécies potencialmente invasoras, portanto, são estratégias-chave para reduzir impactos ecológicos e custos econômicos futuros (Diagne et al., 2021).

Espécies invasoras podem alterar profundamente a dinâmica das comunidades aquáticas, competindo com espécies nativas, exercendo predação, modificando habitats e disseminando doenças (Simberloff et al., 2013; Pyšek et al., 2020; IPBES, 2023). Além de afetar a biodiversidade, esses organismos interferem diretamente no funcionamento dos ecossistemas, alterando as cadeias alimentares e os fluxos de energia (Simberloff et al., 2013).

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 18
Mov. 3

As interações tróficas são centrais para a estruturação das comunidades aquáticas (Feniova et al., 2022), especialmente em ambientes artificiais como reservatórios. A transformação de rios em sistemas lênticos frequentemente aumenta a riqueza planctônica e a complexidade trófica, favorecendo determinadas espécies invasoras (Nunes et al., 2021). Em reservatórios utilizados para abastecimento público, como o do Passaúna, o qual a captação está no próprio reservatório, esse equilíbrio é particularmente crítico, pois afeta diretamente o fornecimento de água à população.

Um exemplo emblemático ocorreu em 2021 em Ponta Grossa (PR), quando elevadas densidades de copépodes nativos foram detectadas na água distribuída às residências, gerando numerosas reclamações da população (RPC Ponta Grossa, 2021). Embora não se trate de espécie exótica, o episódio ilustra que até mesmo organismos nativos, quando em desequilíbrio, podem assumir comportamentos invasivos e causar impactos econômicos e sociais relevantes. Situações como essa, ressaltam como as espécies exóticas invasoras têm potencial de causar danos econômicos de forma direta (Diagne et al., 2021; Soto et al., 2025).

No reservatório do Passaúna, na região metropolitana de Curitiba, foram registradas espécies de peixes exóticas como o *Micropterus salmoides* (black bass) e as tilápias *Oreochromis niloticus* e *Coptodon rendalli* (Frehse et al., 2020; 2021). Alterações populacionais em predadores de topo, como o black bass, podem desencadear cascatas tróficas, com efeitos diretos sobre os níveis inferiores da cadeia alimentar (Pace et al., 1999). Estudos apontam que *M. salmoides* encontrou condições favoráveis no Passaúna, predando uma ampla gama de invertebrados e peixes (tanto nativos quanto exóticos), alcançando sucesso reprodutivo (Ribeiro, 2013). Modelagens ecossistêmicas sugerem que a espécie desempenha um papel funcional central na dinâmica trófica do reservatório, promovendo rebaixamento trófico e homogeneização biótica (Bezerra et al., 2018; 2019; Faria et al., 2023). Revisões abrangentes confirmam os impactos negativos de *M. salmoides*, que podem modular recursos tróficos e provocar desequilíbrios ecológicos em ambientes lênticos artificiais como reservatórios (Pereira & Vitule, 2019).

Coletas realizadas pelo Laboratório de Ecologia e Conservação (LEC–UFPR) e dados fornecidos pela Sanepar também identificaram o rotífero não nativo *Kellicottia bostoniensis* e o fitoflagelado *Ceratium furcoides*, além de elevadas densidades de larvas de *Chaoborus*, conhecido como “mosquito fantasma”. Espécies planctônicas invasoras, como *Daphnia lumholtzi* apresentam preferência por ambientes aquáticos de reservatórios (Nunes et al., 2021), onde se beneficiam de condições artificiais que favorecem sua dispersão e estabelecimento, superando predadores e outros filtros ecológicos (Mantovano et al., 2021). Com alta capacidade de dispersão, essas espécies utilizam os reservatórios como trampolins para a colonização de novas áreas (Johnson et al., 2008; Beatty et al., 2019).

A pesquisa e o monitoramento são essenciais e representam a base para uma detecção eficiente. Pensando nessas perspectivas, foi elaborado e entregue, como parte do referido

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 19
Mov. 3

contrato, um protocolo de detecção de espécies invasoras, no qual delineamos formas e metodologias para identificar precocemente espécies invasoras em reservatórios de abastecimento público. Quanto mais cedo a detecção ocorre, maiores são as chances de sucesso no manejo e menores os custos envolvidos.

5.2.2 Manejo e análise custo-benefício

O manejo proposto tem como foco a redução de predadores invasores, como *Micropterus salmoides* (black-bass), e das larvas de *Chaoborus*. No contexto do reservatório, *Chaoborus* será tratado como "espécie invasora" devido ao seu comportamento agressivamente expansivo e ao desequilíbrio ambiental que tem causado, embora ainda não saibamos se estamos trabalhando com uma única espécie ou múltiplas espécies, nem se essas são nativas ou exóticas. O processo de identificação está atualmente em andamento, sendo conduzido por uma especialista nesses insetos. Sua presença serve como base para a formulação de estratégias de manejo voltadas às comunidades planctônicas. O manejo proposto segue as seguintes etapas com os custos estimados a seguir (veja também Figura 1):

1) Cercamento da área ao redor do Setor 3 (captação), seguindo o trajeto da estrutura das bóias existentes e se aproveitando no que for possível desta estrutura e complementando com reforço para a estrutura do cercamento. O cercamento tem o objetivo de não permitir a entrada de predadores ou saída de mesopredadores do setor 3. O *Chaoborus,* porém, pode passar pelo cercamento, porque é muito menor que a rede. Entretanto, uma análise hidrodinâmica mostra que no caminho do cercamento até a captação uma larva de *Chaoborus* levaria aproximadamente 1,4 h se deslocando em linha reta, considerando que ele se desloque de forma passiva na velocidade de deslocamento da água no Passaúna (Projeto MUDAK-WRM). Neste trajeto hipotético um lambari faria o percurso aproximadamente 250 vezes, considerando a sua capacidade de natação (Videler & Wardle, 1991), ilustrando que a distância do cercamento deve ser suficiente para o manejo proposto;
2) Retirada de predadores de topo na área cercada do Setor 3;
3) Adensamento de mesopredadores na área cercada do Setor 3;
4) Estas atividades serão acompanhadas com monitoramento e com análise científica e avaliados em termos de eficiência de controle e diminuição das densidades de *Chaoborus* para redução de custos de tratamento;
5) Para amplificar o tempo de eficiência e garantir maiores probabilidades de sucesso em curto prazo, o manejo adaptativo prevê uma intensificação do adensamento usando tanques redes com mesopredadores, próximo a comporta da captação;

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 20
Mov. 3

6) Adicionalmente são previstos experimentos com alterações de iluminação e usos de compostos biogênicos, como clorofila e exsudados de peixes mesopredadores, entre outros, como alternativas de aprimoramento ou ajustes no manejo adaptativo e probabilidade de inovação e criações de patentes junto a Sanepar;

7) Tudo será acompanhado com atividades comunicação ambiental para aumentar a sustentabilidade das medidas.

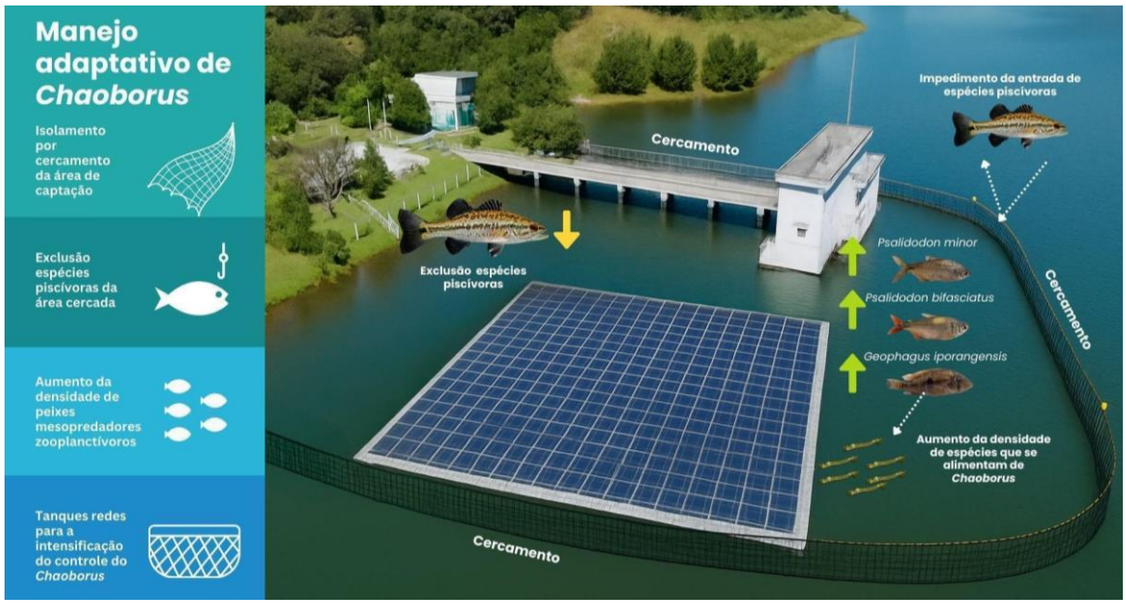


Figura 1 - Modelo conceitual de manejo adaptativo de *Chaoborus*

Os custos foram calculados para o manejo do *Micropterus salmoides* (black-bass), conforme proposto no plano de manejo. Entretanto, essas medidas podem ser estendidas a qualquer outra espécie invasora que possa ser capturada pelos mesmos métodos ou que apresente hábitos semelhantes. O método de inserção de mesopredadores funciona de forma análoga. A introdução de peixes que se alimentam de zooplâncton pode ser uma abordagem eficaz tanto para o controle de larvas de *Chaoborus* quanto para microcrustáceos ou outros organismos invasores encontrados no reservatório (e.g., *Ceratium furcoides* e *Kellicottia bostoniensis*), que possuem hábitos planctônicos e são passíveis de predação pelo aumento da densidade desses predadores. Essa abordagem, fundamentada em princípios ecológicos, busca restaurar os principais serviços ecossistêmicos, a estrutura e estabilidade das comunidades ecológicas aquáticas e evitar efeitos em cascata na cadeia alimentar e interfaces entre ecossistemas aquáticos e terrestres em larga escala espaço temporal. Além disso, deve ser respaldada por experimentos que considerem as possíveis características individuais das espécies envolvidas no problema.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 21
Mov. 3

5.2.3.1 Eficácia do manejo

A estimativa da eficácia do manejo foi feita utilizando modelos tróficos incluindo o predador de topo (*Micropterus salmoides*), mesopredadores principais consumidores de *Chaoborus* (*Psalidodon minor* e "outros peixes") e *Chaoborus* no modelo ecossistêmico (Ecopath with Ecosim - EwE).

No Ecosim, foram utilizados os valores default do EwE, desconsiderando efeitos *top-down* ou *bottom-up* (valores de vulnerabilidades das presas = 2,0, de acordo com a teoria do "*foraging arena*" (Ahrens et al., 2012). Quando coletados peixes adultos e juvenis, foi utilizada a função multi-stanza do EwE, na qual os componentes (espécies) são divididos em faixas etárias, com peso corporal, produção, consumo e dieta diferentes, mas associados em passos de tempo mensais (t). Os parâmetros de uma faixa etária multi-stanza em t+1 equivalem a 90% em relação ao seu peso em t, tornando os modelos mais realistas.

A equação de modelo dinâmico representa a variação da biomassa de um grupo i ao longo dos anos:

$$\frac{dB_i}{dt} = g_i \sum C_{ji} - \sum C_{ij} + I_i - (MO_i + F_i + e_i)B_i$$

Em que: dB_i/dt é taxa de crescimento do grupo (i) durante o intervalo de tempo dt; B_i é biomassa; g_i = eficiência de crescimento ou razão Produção/Consumo (adimensional); C_{ji} = consumo total pelos(s) grupo(s) i ($g.m^{-2}$); C_{ij} = consumo de i pelo(s) grupo(s) j ($g.m^{-2}$); MO_i = mortalidade natural não relacionada à predação ($g.m^{-2}$); F_i é taxa de mortalidade por pesca ($g.m^{-2}$); e_i é taxa de emigração; I_i é taxa de imigração (enquanto, e_i*B_i-I_i é taxa líquida de migração), essas últimas são proporções adimensionais que representam a retirada e entrada de biomassa no ecossistema a partir de fontes externas. O conjunto de equações diferenciais é resolvido pelo método de integração de Adams-Bashforth.

Os modelos foram calibrados com dados do monitoramento do projeto atual (modelo EwE) e de onde foi simulado um cenário seguindo a estratégia de manejo descrita acima. O resultado é ilustrado na Figura 3. Os resultados da simulação indicam que com o cercamento, retirada de *Micropterus salmoides* e o aumento de 10x a biomassa de peixes mesopredadores especializados em *Chaoborus* (vide Figura 1), no Setor 3 (Captação), resultaria em uma redução de 80% da biomassa do *Chaoborus*, após um período de aproximadamente 8 meses após o início do peixamento e retirada dos predadores de topo. Isso projetou de forma clara a eficiência de nossas hipóteses iniciais do projeto, com base nos dados coletados no presente projeto (2024 - 2025). Para atingir tal biomassa de peixes mesopredadores será necessário adicionar 1,35 ton/km^2 na área cercada de 9.000 m^2 de superfície. Em número de indivíduos, são necessários 90.000 peixes mesopredadores de 15g.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

Rua João Negrão, 280 • Centro
CEP 80010-200 • Curitiba • Paraná
Telefone |41| 3360.7400 • Fax |41| 3323.1633
www.funpar.ufpr.br • e-mail: funpar@funpar.ufpr.br

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 22
Mov. 3

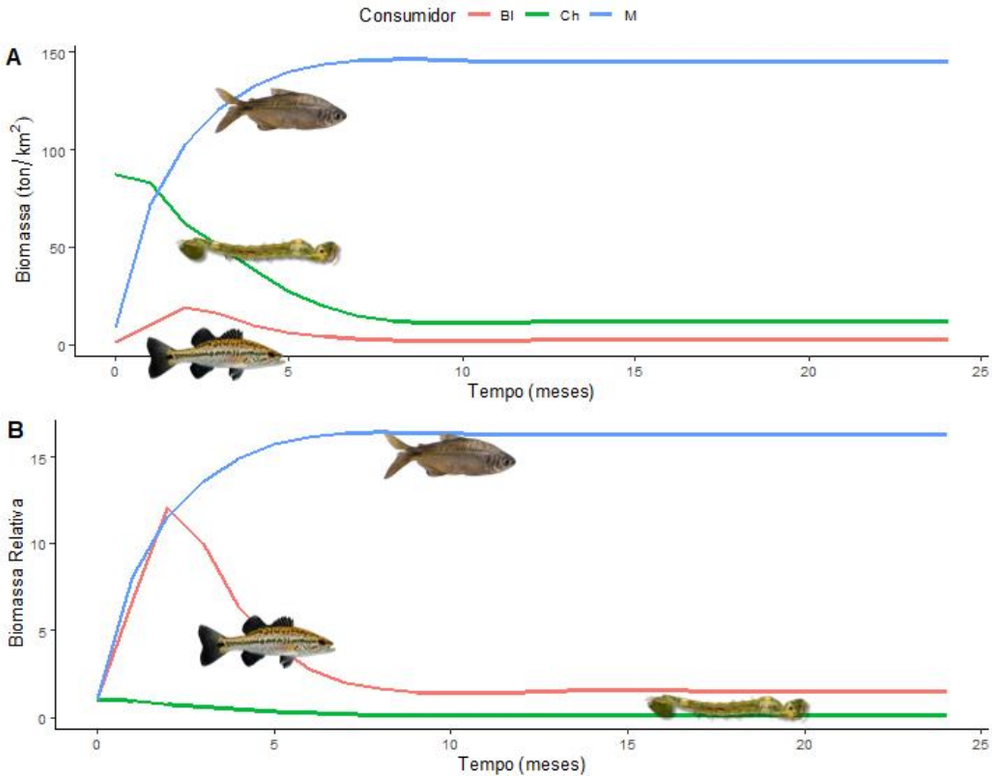


Figura 3 - Biomassa esperada (A) e Biomassa Relativa (B, em relação à média que também é o valor de entrada) de acordo com a simulação do manejo de espécies exóticas invasoras (modelos Lotka-Volterra) no Setor 3 -- Azul: Mesopredador – M (8,9 g.m^{-2}); Verde: *Chaoborus* – Ch (87,18 g.m^{-2}); Vermelho: Black-bass – Bl (1,59 g.m^{-2}).

É importante destacar que o sucesso dessas intervenções está diretamente relacionado à execução de estratégias adaptativas em curto prazo, para garantir as condições de contorno que temos monitorado, em vista da sabida dinâmica variação do ecossistema em função do tempo. O monitoramento pós-intervenção e avaliação científica contínua dos resultados obtidos é essencial para a sustentabilidade e previsibilidade de futuros problemas emergentes. O manejo adaptativo permite ajustes dinâmicos em tempo real nas ações propostas, considerando a resposta dos organismos-alvo e possíveis efeitos não intencionais sobre a biodiversidade nativa, além das necessidades da empresa e da operação da ETA.

A ausência ou não execução do manejo e monitoramento científico propostos ou a resposta tardia a desequilíbrios populacionais de espécies exóticas invasoras é de alto risco, pois sabidamente pode acarretar prejuízos significativos, tanto ambientais quanto financeiros (como indicado acima) ou até prejuízos indiretos considerando cenários de passagem de larvas ou ovos de Chaoborus na ETA durante períodos de densidades altíssimas ou mal funcionamentos da ETA. Além disso, modelos de invasões mostram que há uma correlação

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 23
Mov. 3

direta entre tempo de ação e custos ecológicos e econômicos (e.g. Soto et al. 2023), ou seja, a postergação de ações de manejo pode aumentar as estimativas de prejuízos financeiros.

Os custos indiretos adicionais, aqui nem considerados, tendem a ser altos, pois é prioridade evitar que esses animais ou qualquer traço de sua presença chegue ao consumidor final, gerando impactos indiretos, como a perda de confiança da população na qualidade da água fornecida, aumento de reclamações formais, desgaste da imagem institucional e potenciais implicações legais. Esses fatores contribuem para um passivo econômico, social e ambiental que se acumula ao longo do tempo. Além disso, há risco de agendas negativas perante a mídia de massa e ministério público.

Os custos com o pessoal interno envolvido na gestão do manejo (gestor, fiscal e equipe de revisão dos relatórios) foram considerados como abatidos pelos custos já incluídos na rotina de atuação técnica dos profissionais da Sanepar para tentar solucionar o problema. Assim, podem ser considerados como parte dos custos operacionais existentes.

Considerando os elevados custos associados ao tratamento da água em decorrência das altas densidades de *Chaoborus*, torna-se evidente que as ações de manejo propostas apresentam vantagens econômicas significativas. A análise de custo-benefício realizada indica que a implementação das estratégias de manejo pode reduzir substancialmente os prejuízos operacionais relacionados à presença do *Chaoborus*, e potenciais espécies invasoras.

Deve-se destacar ainda que o investimento em ações de monitoramento contínuo, estudos direcionados e no fortalecimento da base científica por meio da pesquisa tem o potencial de ampliar ainda mais os benefícios econômicos estimados. A detecção precoce e o direcionamento específico para o enfrentamento de espécies exóticas invasoras possibilitam a antecipação de cenários críticos, resultando em ganhos operacionais e economia direta para o sistema de abastecimento público atuando com um tipo de seguro ecológico de longo prazo.

Além disso, existem benefícios diretos e associados, que não foram contabilizados economicamente, mas são importantes de serem destacados:

a) Benefícios diretos

- Eficiência econômica para a ETA;
- abordagem sustentável em escala local na ETA e reservatório Passaúna;
- Investimento em infraestrutura para ETA;
- Manutenção de parceria efetiva com pesquisadores especializados em problemas ecológicos aplicados;
- Dados ecológicos atualizados para tomada de decisão mediante problemas emergentes na produção;
- Dados ecológicos para ações preventivas e inovação tecnológica;

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 24
Mov. 3

- Funcionários participantes do processo (reuniões do Fórum, logística etc.) com maior capacitação técnica e profissional para lidar com o tema e com problemas futuros.

b) Benefícios associados

- Abordagem sustentável para resolução de problemas em outros reservatórios;
- Potencial de desenvolvimento tecnológico e patente;
- Elaboração de ações preventivas aplicadas a outros reservatórios;
- Comprometimento com questões ambientais;
- Investimento em pesquisa e apoio a Universidade Pública e benefícios associados;
- Publicidade positiva;
- Abertura para contribuir com órgãos ambientais.

6 ESCOPO

6.1 Produto 1 - Relatório do Gerenciamento e Iniciação do Projeto

Entrega - Final do 1° mês do projeto

Este produto consiste na elaboração de um relatório técnico que reúne o registro detalhado das atividades iniciais de planejamento, estruturação e preparação operacional para a execução do projeto. O objetivo central é documentar e formalizar as ações desenvolvidas durante a fase de iniciação, assegurando o alinhamento técnico e estratégico entre a equipe executora, a contratante e os parceiros institucionais envolvidos.

Essa etapa tem como finalidade estabelecer as bases técnicas, logísticas e administrativas necessárias para o desenvolvimento subsequente das ações de manejo. Trata-se de uma fase crítica do projeto, pois compreende a organização dos recursos humanos e materiais, o planejamento das atividades de campo, a definição das metodologias operacionais e a verificação das condições ambientais e estruturais para a implantação das medidas propostas.

Este produto marca o início formal da execução do projeto, contemplando o conjunto de atividades que antecedem e viabilizam a instalação do cercamento da área de captação, ponto focal das ações de manejo e que representa o maior investimento técnico e estrutural do projeto.

Por sua relevância, esta etapa requer planejamento minucioso, análise de viabilidade técnica e integração entre as equipes multidisciplinares, garantindo que as fases seguintes do manejo sejam executadas de forma eficiente, segura e conforme os parâmetros técnicos estabelecidos.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 25
Mov. 3

O relatório contemplará as seguintes informações:

- **Nomeação e seleção da equipe técnica:** definição dos responsáveis por cada etapa do projeto, incluindo funções e atribuições, e registro formal da equipe para garantir transparência e dimensionamento adequado dos recursos humanos.
- **Atualização do Plano de Trabalho e metodologias:** revisão e detalhamento das metodologias previstas, incorporando ajustes necessários após o início do projeto, e adequação de cronogramas, prazos e metas de execução.
- **Revisão técnica para fundamentação de manejo com peixes predadores de *Chaoborus:*** análise de literatura científica para embasar o manejo biológico de *Chaoborus*, consolidando informações que servirão de base para as ações de controle biológico na fase operacional do projeto.

Também serão executados:

- **Reunião Inaugural e Elaboração de Ata Documental:** Esta atividade contempla a realização da reunião inaugural do projeto, envolvendo a equipe executora, a contratante e os parceiros institucionais diretamente relacionados à execução das ações previstas. O objetivo é formalizar o início das atividades, promover o alinhamento técnico e estratégico entre as partes e garantir a compreensão mútua sobre as metas, cronograma, responsabilidades e protocolos operacionais. Durante a reunião, são apresentados os objetivos gerais e específicos do projeto, as etapas de execução, os papéis de cada integrante da equipe técnica, bem como as diretrizes de comunicação, segurança e controle de qualidade dos dados. Além disso, são definidos os mecanismos de acompanhamento e avaliação das atividades, de modo a assegurar a rastreabilidade das decisões e a eficiência na gestão do projeto. Todas as deliberações, orientações e encaminhamentos resultantes da reunião são registrados em ata formal sob responsabilidade da CONTRATADA, assinada pelos participantes e anexada ao relatório técnico como documento comprobatório. Essa ata constitui um instrumento de governança e transparência, garantindo o registro oficial das decisões tomadas, a responsabilização das partes envolvidas e a conformidade com as boas práticas de gestão de projetos ambientais.
- **Planejamento e Execução de Contratações Externas à UFPR:** Esta atividade compreende o planejamento, gerenciamento e execução de contratações externas à Universidade Federal do Paraná (UFPR), visando à aquisição de materiais, equipamentos e serviços indispensáveis à operacionalização das ações de manejo previstas no projeto. A etapa inclui a identificação detalhada das demandas técnicas e logísticas, a definição das especificações dos insumos e estruturas, bem como a

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 26
Mov. 3

seleção criteriosa de fornecedores e prestadores de serviços, observando os princípios de eficiência, economicidade, rastreabilidade e conformidade administrativa. Entre os itens contemplados destacam-se as estruturas físicas destinadas ao cercamento da área de captação e demais componentes diretamente relacionados às ações de manejo, que representam investimentos de elevado valor técnico e financeiro (Figura 2). Essa fase é fundamental para garantir que os recursos materiais e operacionais estejam disponíveis e adequadamente especificados antes do início das ações de campo, contribuindo para a execução eficiente e tecnicamente segura das etapas subsequentes do manejo.

- **Mobilização de Equipamentos de Monitoramento e Medição:** Esta etapa compreende a mobilização, verificação operacional e calibração de equipamentos de alta precisão, fundamentais para a obtenção de dados ambientais confiáveis e para o suporte às atividades de campo. Entre os instrumentos mobilizados destacam-se o Veículo Operado Remotamente (ROV) e sondas multiparamétricas destinadas à medição de variáveis físicas e químicas da coluna d'água. As atividades incluem a realização de testes prévios em ambiente controlado, com o objetivo de assegurar o pleno funcionamento dos sensores, a estabilidade dos sistemas de aquisição de dados e a conformidade das calibrações com os padrões de referência recomendados pelos fabricantes e normativas técnicas vigentes (ex.: ABNT, EPA, ISO). A mobilização adequada e a calibração criteriosa desses equipamentos são essenciais para garantir a qualidade metrológica dos dados obtidos, reduzir incertezas nas medições e assegurar a rastreabilidade dos resultados, aspectos indispensáveis para a robustez técnica das análises e para a confiabilidade das interpretações ambientais subsequentes.
- **Programação e Mobilização da Infraestrutura Laboratorial e Demais Recursos do Projeto:** Esta etapa compreende a organização, disponibilização e preparação da infraestrutura laboratorial e dos recursos materiais e logísticos necessários ao pleno desenvolvimento do projeto. Envolve a mobilização de laboratórios, equipamentos analíticos, veículos, embarcações, ferramentas e demais insumos de apoio operacional, garantindo que todos os meios estejam em condições técnicas e de segurança adequadas para as próximas fases de execução. Inclui ainda a verificação da disponibilidade de espaços laboratoriais e áreas de armazenamento, o teste funcional de equipamentos de análise e medição, e a coordenação da logística de transporte de materiais e amostras, assegurando o cumprimento dos requisitos técnicos, normativos e de biossegurança aplicáveis. A mobilização adequada da infraestrutura é fundamental para minimizar riscos operacionais, evitar interrupções nas atividades de campo e laboratório e garantir a eficiência e confiabilidade dos procedimentos analíticos e de monitoramento que serão conduzidos ao longo do projeto.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 27
Mov. 3

- **Revisão de Especificações de Materiais e Insumos:** Esta atividade consiste na avaliação técnica e documental dos materiais, reagentes, equipamentos e demais insumos a serem utilizados durante a execução do projeto, com o objetivo de assegurar sua conformidade com as especificações técnicas estabelecidas e a adequação às metodologias previstas. Essa etapa é essencial para garantir a integridade metodológica e a rastreabilidade dos resultados, além de prevenir não conformidades técnicas que possam comprometer a qualidade dos dados obtidos ou a segurança das operações.
- **Obtenção de Licenças Ambientais e Autorizações Institucionais:** Esta atividade compreende a identificação, solicitação e tramitação e renovação das licenças e autorizações ambientais necessárias para a execução das ações de campo do projeto, em conformidade com a legislação ambiental vigente e com os procedimentos administrativos dos órgãos competentes. Serão conduzidos os processos de licenciamento e/ou autorizações específicas junto aos órgãos ambientais responsáveis, em especial o Instituto Água e Terra (IAT), órgão gestor estadual do meio ambiente no Paraná, além de outras instituições que se façam necessárias conforme a natureza das atividades e a localização das áreas de intervenção. As ações incluem a elaboração e envio da documentação técnica requerida, a descrição detalhada das atividades a serem desenvolvidas e o atendimento a eventuais diligências ou solicitações complementares dos órgãos licenciadores. Esta etapa é essencial para assegurar a regularidade legal e ambiental do projeto, garantindo que todas as atividades sejam executadas em conformidade com as normas de proteção ambiental, segurança e uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, a obtenção das licenças constitui requisito indispensável para o início das atividades de campo e para a transparência e credibilidade institucional junto aos órgãos de controle e parceiros do projeto.

6.2 Produto 2 - Relatório do Fórum de Integração Técnica Estratégica

Entrega bimestral – Final do 2° mês do projeto até o final do 22° mês

Este produto consiste na elaboração de relatórios com os registros do conteúdo apresentado nas sessões bimestrais do Fórum de Integração Técnica Estratégica. Estes fóruns serão estruturados com o objetivo de fornecer à Sanepar um acompanhamento participativo e avaliativo do progresso do projeto, promover alinhamento entre as equipes contratante/contratados e gerar *insights* inovadores para otimizar as estratégias em curso e adiantes. Com foco em resultados tangíveis, essas reuniões permitirão a identificação de oportunidades e a rápida adaptação das ações, garantindo maior eficiência na execução.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 28
Mov. 3

Durante as sessões, serão abordados os seguintes pontos, de acordo com o cronograma financeiro e andamento das atividades do projeto (ver item 7.1):

- Atualizações da implementação e execução do manejo adaptativo de *Chaoborus;*
- Resultados do monitoramento das populações de *Chaoborus* e demais comunidades (fitoplâncton, zooplâncton, peixes);
- Relatórios das ações e materiais de comunicação ambiental executadas;
- Resultados dos experimentos de controle de adultos de *Chaoborus*;
- Integração técnica estratégica

Tabela 7 - Cronograma do **Produto 2** com datas das entregas de relatórios e período de realização das reuniões do Fórum de Integração Técnica Estratégica.

Produto 2	Contagem dos meses a partir da contratação do projeto																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega Relatórios Produto 2		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		
Fórum de Integração Técnica Estratégica		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		

6.3 Produto 3 - Relatório do Manejo Adaptativo de *Chaoborus*

Entrega trimestral – Final do 3° mês do projeto até o final do 21° mês

Este produto consiste na elaboração de relatórios trimestrais com a descrição detalhada das ações de manejo adaptativo de *Chaoborus* executadas ao longo do período (subprodutos apresentados abaixo; Tabela 8). Cabe ressaltar que a implementação dessas ações está condicionada à data de contratação e início do projeto, à prestação de serviços de terceiros e à condições climáticas adequadas (relacionadas às estações do ano e períodos de maior densidade de *Chaoborus*). Dessa forma, o cronograma de execução deverá ser adaptativo e flexível, sendo ajustado conforme a viabilidade operacional, mantendo-se o compromisso com o registro sistemático das atividades realizadas e dos resultados obtidos. A proposta de cronograma de desenvolvimento dos subprodutos encontra-se apresentada a seguir. Importante destacar que este cronograma já considera eventuais imprevistos. A implementação dos primeiros passos (i.e., 3.1 e 3.2) será priorizada de forma a ocorrer com a maior antecedência possível. Devido à execução e à experiência adquirida no projeto anterior, a equipe está apta a iniciar todas as atividades imediatamente, sem necessidade de reconhecimento de área ou preparo de embarcações e laboratórios, dependendo apenas da aquisição da rede de cercamento com ancoragem e da compra dos peixes.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 29
Mov. 3

Tabela 8 - Cronograma do **Produto 3** com datas das entregas de relatórios, monitoramento e desenvolvimento dos subprodutos.

Produto 3	Contagem dos meses a partir da contratação do projeto																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega Relatórios Subprodutos (SP)			3.1			3.2			3.3			3.4			3.5			3.6			3.7			
Monitoramento			x			x			x			x	x	x	x	x	x	x			x			
3.1 Mobilização	x	x	x																					
3.2 Cercamento				x	x	x																		
3.3 Retirada predadores							x	x	x															
3.4 Peixamento										x	x	x												
3.5 Resultados do monitoramento do primeiro trimestre do manejo e proposições de adaptações													x	x	x									
3.6 Resultados do monitoramento do segundo trimestre do manejo																x	x	x						
3.7 Resultados Finais																			x	x	x			

A proposta apresentada neste projeto é fundamentada nos princípios do manejo adaptativo, priorizando intervenções baseadas em evidências geradas pelos experimentos e coletas de campo, complementadas com dados da literatura. As ações foram planejadas prevendo uma execução dinâmica, com avaliações contínuas de sua efetividade e dos eventuais impactos não previstos, por meio de um monitoramento orientado e preventivo. Essa abordagem permite ajustes progressivos e promove a responsividade do manejo às variações ecológicas e operacionais do sistema, garantindo maior eficiência e sustentabilidade das ações implementadas.

Esta proposta tem como objetivo o controle de larvas de *Chaoborus* por meio do aumento da densidade de espécies de peixes com hábitos zooplanctívoros/invertívoros na região da captação (Figura 10). Os peixes podem atuar tanto pela predação direta das larvas quanto alterando a sua distribuição espacial, levando os indivíduos de *Chaoborus* a evitarem determinadas áreas por meio do afugentamento engatilhado por sinais químicos. Com essa estratégia, espera-se uma redução significativa na abundância das fases aquáticas de *Chaoborus* e, consequentemente, dos impactos causados por sua presença sobre o sistema de captação e tratamento da água.

Para alcançar esse objetivo, o manejo será estruturado em quatro etapas complementares e integradas: 1) *Cercamento da região da captação (e usina fotovoltaica flutuante) com rede; 2) Retirada de peixes predadores de topo da área cercada; 3) Aumento*

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 30
Mov. 3

da densidade de peixes mesopredadores em pontos estratégicos da captação; 4) Monitoramento e ajustes adaptativos do manejo (Figura 11). A execução dessas etapas em ambiente controlado permitirá maior precisão nas intervenções e na avaliação de seus efeitos.

As ações propostas constituem uma estratégia de controle biológico utilizando peixes nativos para reduzir as altas densidades de larvas e pupas de *Chaoborus*. Essa abordagem visa minimizar impactos ecológicos, priorizando espécies locais e evitando substâncias químicas, que poderiam prejudicar o ecossistema aquático. Além disso, o manejo adaptativo permite ajustes progressivos baseados em monitoramento, aumentando a eficiência das ações e garantindo um controle sustentável e economicamente viável da população de *Chaoborus* a médio e longo prazos.

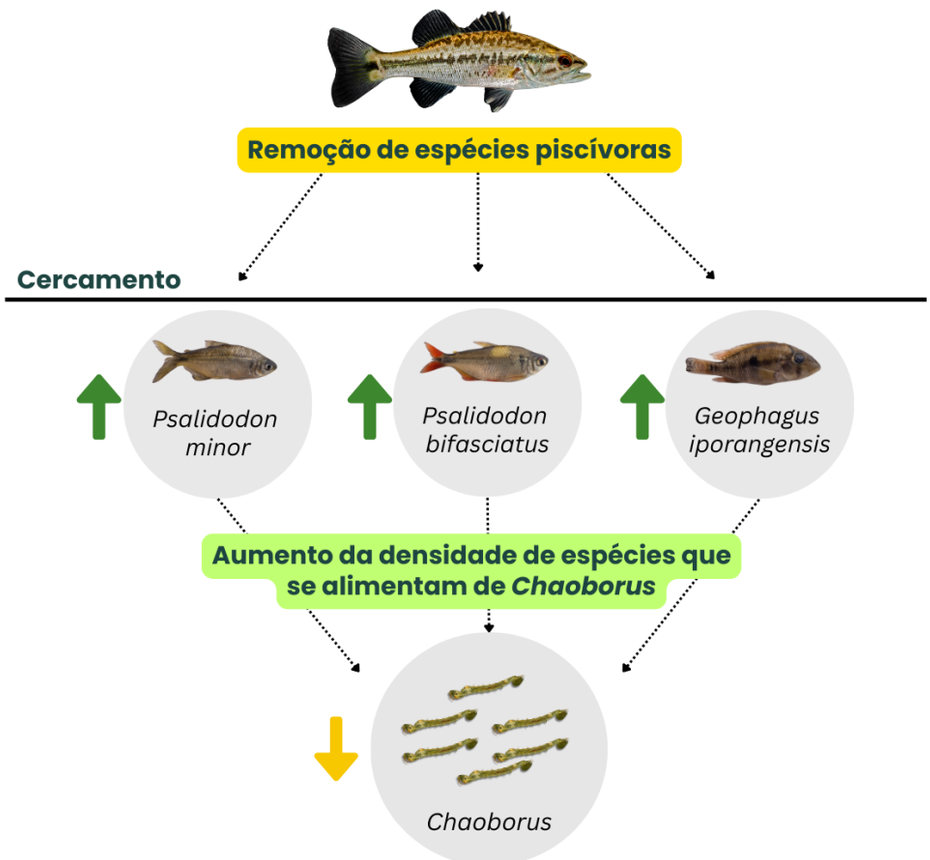


Figura 10 - Exemplos de interações ecológicas envolvidas no controle de larvas de *Chaoborus* através do manejo adaptativo e integrado de peixes.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 31
Mov. 3

Etapa	Benefícios Esperados	Infraestrutura e Serviços Necessários
Isolamento por cercamento da área de captação	Controle sobre a composição das comunidades de peixes (e.g., remoção de predadores de topo); Monitoramento mais preciso e eficiente dos efeitos do manejo sobre Chaoborus; Investimento em infraestrutura para a Sanepar	Redes de alta resistência, boias de sustentação,cordas de alta resistência , âncoras; Equipe técnica especializada para instalação; Inspeção periódica e manutenção das estruturas.
Exclusão espécies piscívoras da área cercada	Redução da predação sobre peixes mesopredadores zooplanctívoros;. Intensificação do controle biológico de Chaoborus (e.g., predação e afugentamento por percepção química).	Equipe técnica especializada em ictiofauna; Equipamentos e equipe para pesca seletiva e periódica de peixes predadores de topo (e.g., black bass, traíra, jundiá); Câmeras subaquáticas para monitoramento da presença dos peixes.
Aumento da densidade de peixes mesopredadores zooplanctívoros	Intensificação do controle biológico de Chaoborus (e.g., predação e afugentamento por percepção química).	Equipe técnica especializada; Equipamentos e equipe para pesca seletiva e periódica de peixes mesopredadores zooplanctívoros (e.g., lambaris); Obtenção de peixes nativos em criadouros especializados; Protocolos de soltura e biossegurança; Monitoramento das comunidades pós-introdução.
Tanques-rede para intensificação do controle de Chaoborus	Predação localizada e constante nas regiões críticas da captação; Possibilidade de controle fino das espécies e densidade dos peixes.	Tanques-rede com boias e armações, sistema de ancoragem, ração balanceada, suplementação (se necessária), demanda por equipe capacitada para alimentação, limpeza e manejo diário; e infraestrutura de suporte; Autorização ambiental se necessário.
Monitoramento contínuo e ajustes adaptativos das estratégias de manejo	Avaliação da eficácia do manejo para ajustes adaptativos	Equipe técnica especializada para os diferentes grupos biológicos de interesse; Infraestrutura de suporte (e.g., entrada e saída de barcos, armazenamento de equipamentos); Sistema de monitoramento biológico e da qualidade da água (e.g., sondas multiparâmetros)

Figura 11 - Etapas para controle de larvas de *Chaoborus* através do manejo de peixes.

Análise de Impacto do Manejo: Protocolo BACI (Before-After, Control-Impact)

Com o objetivo de avaliar os efeitos das ações de manejo adaptativo sobre as populações de *Chaoborus* e demais componentes da comunidade aquática, será aplicada uma abordagem baseada no protocolo BACI (*Before-After, Control-Impact*) utilizando dados coletados antes do manejo, nas amostragens de 2024 e 2025 e comparando com dados durante e pós-manejo. Este desenho experimental permite diferenciar variações naturais de mudanças efetivamente causadas pelas intervenções.

A estrutura do protocolo BACI envolve a comparação de condições ambientais e biológicas em dois momentos distintos — antes e depois da implementação do manejo — e em dois tipos de áreas — a área impactada (interno ao cercamento, onde ocorre o manejo) e áreas controle (externas ao cercamento, onde não há intervenção direta) (Underwood, 1994). Com isso, torna-se possível detectar efeitos causais atribuíveis às ações de manejo, minimizando vieses decorrentes de flutuações naturais ou fatores externos.

Serão utilizados dados de densidade de *Chaoborus*, abundância de peixes e composição e densidade do fitoplâncton e zooplâncton, além de parâmetros físico-químicos, coletados conforme descrito nos itens anteriores. As análises estatísticas serão conduzidas por meio de modelos lineares mistos (ou outras abordagens equivalentes), considerando os efeitos fixos de tempo (antes/depois), tratamento (controle/impacto) e suas interações, com estruturas apropriadas para dados repetidos no tempo e no espaço.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 32
Mov. 3

A aplicação do protocolo BACI é fundamental para validar a efetividade do manejo adaptativo proposto, subsidiar tomadas de decisão futuras e garantir transparência científica quanto aos resultados obtidos. Além disso, seus resultados permitirão ajustes pontuais nas estratégias implementadas, reforçando o caráter dinâmico e responsivo do manejo.

6.3.1 Subproduto 3.1 - Mobilização
Prazo máximo de entrega – Final do 3° mês do projeto

- Revisão da planta (leiaute/projeto) do cercamento, com ancoragem e fixações;
- Revisão do plano e cronograma de peixamento;
- Solicitação e aprovação de orçamentos;
- Contratação de serviços extra UFPR;
- Compra de materiais e equipamentos extra UFPR;
- Realização de reuniões internas e externas;
- Elaboração do relatório;
- Revisão do Relatório;
- Aprovação dos relatórios.

6.3.2 Subproduto 3.2 - Isolamento por cercamento da área da captação
Prazo máximo de entrega – Final do 6° mês do projeto

A região da captação será cercada com rede (8 mm entre nós) no perímetro demarcado pelas boias de segurança, aproveitando as estruturas de ancoragem presentes. O tamanho da rede está estimado 4.800 m^2, considerando que terá aproximadamente 400 m de extensão por 12 m de altura no ponto de maior profundidade. O cercamento permitirá a realização das ações de manejo em um ambiente controlado, ao mesmo tempo que possibilita a circulação da água pelo reservatório, minimizando efeitos indesejados na qualidade da água devido a maior densidade de peixes. Esse isolamento facilitará o controle sobre a composição das comunidades de peixes e otimizará a eficácia das intervenções planejadas, além de possibilitar o monitoramento mais preciso dos efeitos do manejo sobre *Chaoborus*. Para que a eficácia do cercamento seja garantida, será necessário monitorar sua integridade. Para isso será utilizado um veículo operado remotamente para detecção visual de eventuais falhas na rede, tornando mais prática e eficiente a sua manutenção.

6.3.3 Subproduto 3.3 - Retirada de peixes predadores de topo da área cercada
Prazo máximo de entrega – Final do 9° mês do projeto

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 33
Mov. 3

O black bass (*Micropterus salmoides*) é uma espécie exótica introduzida em diversos ecossistemas aquáticos, e pode causar impactos significativos sobre a fauna nativa. Como predador generalista, ele exerce forte pressão sobre espécies de peixes e invertebrados locais, podendo reduzir populações, alterar a estrutura da comunidade aquática e comprometer o equilíbrio ecológico.

A remoção controlada dessa espécie, por meio da captura e abate, é uma estratégia de manejo necessária para mitigar seus impactos e favorecer a recuperação da biodiversidade nativa. A redução de sua abundância pode contribuir para a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados à fauna aquática, como o controle de larvas de insetos como as de *Chaoborus*.

Além do black bass, deverá ser realizado um esforço intensivo para a remoção de outros peixes piscívoros na área cercada, como a Traíra (*Hoplias malabaricus)* e o Jundiá (*Rhamdia* spp.). A retirada desses predadores permitirá que os peixes invertívoros possam se estabelecer em maiores densidades sem sofrer com a predação intensa. Com isso, espera-se que esses mesopredadores exerçam controle mais eficaz sobre populações de *Chaoborus*.

Deverá ser realizado um esforço intensivo para a retirada dos peixes na área cercada, com contratação de mão de obra para a realização de pescas periódicas. Inicialmente será realizado um esforço mínimo de 24 horas de pesca por semana (esforço de 2 pescadores pescando por 6 horas, dois dias por semana). Ao longo do tempo a taxa de captura por unidade de esforço (CPUE) tende a cair, eventualmente atingindo zero capturas, ponto esse que será considerado como retirada total dos predadores. Porém, um esforço de captura de 12 horas mensais será mantido ao longo de todo o período para detecção de eventuais predadores remanescentes ou até aqueles que cresceram na parte interna do cercamento. Espécies não nativas serão abatidas e levadas para o Laboratório de Ecologia e Conservação para realização de biometria e descarte, enquanto os peixes nativos serão devolvidos ao reservatório, fora da área delimitada. A presença dessas espécies será monitorada por meio de câmeras subaquáticas, permitindo verificar a efetividade da remoção e identificar possíveis remanescentes na área.

Após a análise detalhada das necessidades do projeto, optou-se pela inclusão de um veículo operado remotamente (ROV) nas atividades de monitoramento e pesquisa. O uso desse equipamento é estratégico, pois amplia significativamente a capacidade de coleta de dados, aumenta a confiabilidade dos resultados e aprimora a eficiência operacional em campo.

O ROV desempenhará múltiplas funções no contexto do cercamento destinado ao peixamento, contribuindo diretamente para o acompanhamento da eficiência do controle biológico das larvas de *Chaoborus*. Entre suas principais aplicações, destaca-se a busca ativa e

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 34
Mov. 3

identificação das espécies de peixes presentes dentro da área cercada, possibilitando o acompanhamento contínuo da fauna íctica sem a necessidade de métodos invasivos ou que causem estresse aos organismos.

Esse tipo de monitoramento é essencial para avaliar o sucesso do peixamento e o equilíbrio ecológico da área experimental, uma vez que o ROV permite observar o comportamento, a distribuição espacial e a ocupação dos peixes em diferentes profundidades e períodos. Além disso, o uso do ROV minimiza erros associados à seletividade dos métodos de amostragem tradicionais, reduzindo a incerteza quanto à presença ou ausência de determinadas espécies dentro do cercamento. Esse último fator em especial terá impacto significativo no resultado do projeto uma vez que é extremamente importante a confirmação da presença ou ausência dos predadores na área do cercamento. A pesca com vara e anzol pode não capturar predadores em dias de menor atividade alimentar dos peixes, dificultando a confirmação da ausência dos mesmos.

Para monitoramento da ictiofauna o ROV conta ainda com uma ferramente que identifica e faz a contagem de peixes automaticamente por inteligência artificial. Essa ferramente proverá bastante agilidade no processamento das imagens. Com essa vantagem o monitoramento do cercamento e demais pontos do reservatório poderá ser ampliado, não dependendo somente de redes de espera e demais métodos mais invasivos de coleta. ROVs tendem a perturbar menos o meio comparado com métodos tradicionais o que pode causar fuga dos peixes e consequentemente, subestimar a presença de algumas espécies.

O equipamento também é dotado de sensores para mensuração de parâmetros físicos e químicos da água, como temperatura, oxigênio dissolvido e turbidez, permitindo a coleta de dados em diferentes profundidades. Essa capacidade proporciona maior precisão e resolução espacial e temporal das análises ambientais, o que é essencial para compreender as condições que influenciam a dinâmica das populações de *Chaoborus* e dos peixes introduzidos. O equipamento conta ainda com reservatório para coleta de água em profundidade e amostrador de substrato, o que permitira maior agilidade e eficiência nas amostragens, servindo por exemplo para detecção e quantificação de larvas de *Chaoborus*.

Outra vantagem importante é o aumento da frequência e segurança das inspeções na estrutura do cercamento. O ROV possibilita verificações rápidas e regulares das redes submersas, permitindo a detecção precoce de eventuais danos, rasgos ou falhas estruturais, situações que poderiam comprometer o isolamento da área, vulnerabilizando o cercamento com a entrada de predadores ou a fuga dos peixes. Essa abordagem reduz a necessidade de mergulhos autônomos, o que diminui custos operacionais, riscos à segurança da equipe e tempo de resposta em situações emergenciais. Assim a atividade dos mergulhadores poderá

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 35
Mov. 3

ficar restrita às situações em que houver necessidade de conserto das estruturas de cercamento.

O ROV também pode ser mobilizado de forma imediata, sem depender da disponibilidade de equipes de mergulho, permitindo vistorias rápidas após eventos climáticos extremos, como tempestades, variações bruscas de correnteza ou quedas de objetos no reservatório. Essa flexibilidade operacional representa um ganho expressivo em agilidade, segurança e custo-benefício.

Adicionalmente, o equipamento será utilizado para monitoramento das populações de *Chaoborus* em regiões mais profundas ou de difícil acesso, permitindo observações diretas e repetidas ao longo do tempo, algo inviável por meio de métodos convencionais.

O ROV atuará de forma integrada às etapas de campo previstas no Produto 3, que envolvem atividades de monitoramento, cercamento e retirada de predadores. Estima-se que o equipamento será operado por aproximadamente 5 horas diárias, sendo cerca de 2 horas dedicadas à busca ativa de predadores dentro do cercamento e 3 horas à inspeção das redes. Além disso, serão realizadas inspeções complementares em outros três pontos do reservatório, com duração estimada de 1 hora por ponto. Assim, calcula-se um mínimo de 136 horas de operação do ROV ao longo das etapas de campo.

Portanto, a adoção do ROV no presente projeto representa uma ferramenta tecnológica de alta precisão e segurança, que aperfeiçoa o monitoramento ambiental, reduz incertezas amostrais e potencializa o sucesso das ações de manejo propostas, assegurando maior confiabilidade e robustez aos resultados obtidos.

O modelo selecionado foi o FIFISH E-Go desenvolvido pela QYSEA. É um ROV projetado para aplicações profissionais em pesquisa subaquática, inspeção, aquicultura, segurança pública e monitoramento ambiental. Trata-se de um equipamento modular, robusto e altamente automatizado, que alia eficiência operacional, estabilidade e qualidade de imagem. O modelo possui uma arquitetura modular que permite montagem e manutenção rápida, com troca de bateria e acessórios em poucos minutos.

O sistema de propulsão com seis motores, possibilitando deslocamento preciso em todas as direções (360°) e operação estável até 100 m de profundidade. O E-GO incorpora inteligência artificial embarcada, incluindo o sistema Q-Steady 3.0 de estabilização automática e o AI Vision Lock, que mantém o veículo fixo em um ponto mesmo sob correntes. Além disso, recursos de auto-navegação e trajetórias pré-definidas permitem inspeções autônomas e repetíveis, ideais para monitoramentos de longo prazo. Na captura de imagens, o ROV é equipado com uma câmera 4K UHD e sensor CMOS de 1/1.8”, com lente grande angular de

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 36
Mov. 3

176° e foco automático para registros detalhados, inclusive em curtas distâncias (macro até 10 cm). O sistema de iluminação LED com 10.000 lúmens e feixe de 160° garante excelente visibilidade mesmo em águas turvas. O equipamento conta com baterias duplas intercambiáveis, autonomia de até 2,5 horas por bateria e recarga rápida (90% em 1 hora). Entre as funções avançadas, destacam-se os algoritmos de IA para correção de cor, remoção de turbidez e contagem automática de peixes, além de suporte para múltiplos acessórios — como sonar, coletor de amostras, sensores de qualidade da água e braços robóticos.

Em síntese, o FIFISH E-GO representa uma plataforma versátil e confiável para operações subaquáticas científicas e técnicas, unindo precisão, estabilidade, automação e qualidade de imagem — características que o tornam especialmente indicado para censos visuais de peixes, inspeções ecológicas e monitoramentos ambientais contínuos.

6.3.4 Subproduto 3.4 - Aumento da densidade de peixes mesopredadores/Peixamento
Prazo máximo de entrega – Final do 12° mês do projeto

O aumento da densidade de peixes mesopredadores nativos na área cercada deverá ser realizado por meio da aquisição de peixes nativos de criadouros, que serão introduzidos na área cercada de manejo. É importante destacar que essa introdução ocorrerá em ambiente controlado, o que reduz os riscos ecológicos e permite o cumprimento de medidas de biossegurança. Conforme orientações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, publicado no documento “Aquicultura com sanidade: programa nacional de sanidade de animais aquáticos de cultivo manual orientado aos produtores”, os peixes a serem introduzidos serão adquiridos de um criadouro licenciado, que deve apresentar a Guia de Trânsito Animal (GTA), que além de obrigatória, garante que o estabelecimento de origem esteja cadastrado e sob supervisão do órgão executor de sanidade agropecuária. Além disso, a água utilizada para seu transporte será descartada em um local seguro, fora do ecossistema do reservatório, para evitar a introdução de qualquer micro-organismo ou patógeno indesejado. Complementarmente, será realizada a captura de mesopredadores no reservatório e soltura na área cercada. Essa abordagem visa garantir que os mesopredadores exerçam sua função ecológica de forma eficiente, com segurança para a biota nativa e sem comprometer o equilíbrio do ecossistema do reservatório como um todo.

De acordo com as análises de isótopos realizadas no presente projeto, as espécies selecionadas (e.g., *Psalidon minor*, *Psalidon bifasciatus* e *Geophagus iporangensis*) para esse fim demonstraram ser importantes consumidoras de larvas de *Chaoborus*. Além disso, a seleção das espécies considera critérios como a adaptação ao ecossistema local da captação, bem como a diversidade de hábitos alimentares, contemplando tanto espécies que se alimentam no fundo quanto na coluna d’água.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 37
Mov. 3

Para garantir que a biomassa indicada pelos modelos ecológicos seja atingida, será necessário adicionar 1,35 ton/km^2 na área cercada. Em número de indivíduos são aproximadamente 90.000 peixes mesopredadores de 15g.

6.3.5 Subproduto 3.5 - Resultados do monitoramento do primeiro trimestre do manejo e proposições de adaptações

Prazo máximo de entrega – Final do 15° mês do projeto

Monitoramento do manejo

A efetividade do manejo será monitorada por amostragens na área interna e externa ao cercamento. Para amostragens de *Chaoborus*, zooplâncton e fitoplâncton, seis pontos na área interna e seis pontos na área externa serão estabelecidos, sendo cada um deles amostrados em triplicata (Figura 12). Para a amostragem de peixes não serão estabelecidos pontos fixos, sendo cada método de coleta escolhido o ponto mais adequado e as comparações feitas por CPUE (mais detalhes a seguir).

Com base nos dados prévios sobre a dinâmica populacional de *Chaoborus*, o monitoramento intensivo será realizado mensalmente entre dezembro e maio, período de maior densidade da espécie. Nos demais meses, quando ocorre a redução natural das populações, as amostragens ocorrerão de forma trimestral, seguindo o cronograma aplicado ao monitoramento do reservatório (ver Produto 4). As amostragens mensais terão início após a conclusão do cercamento (ao longo de três meses), da retirada dos predadores de topo (ao longo de três meses) e do peixamento com mesopredadores (ao longo de no máximo três meses), a fim de acompanhar de forma contínua os efeitos das medidas implementadas. As metodologias específicas de monitoramento de parâmetros bióticos e abióticos serão as mesmas descritas no Produto 4 (item 6.4.2).

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 38
Mov. 3

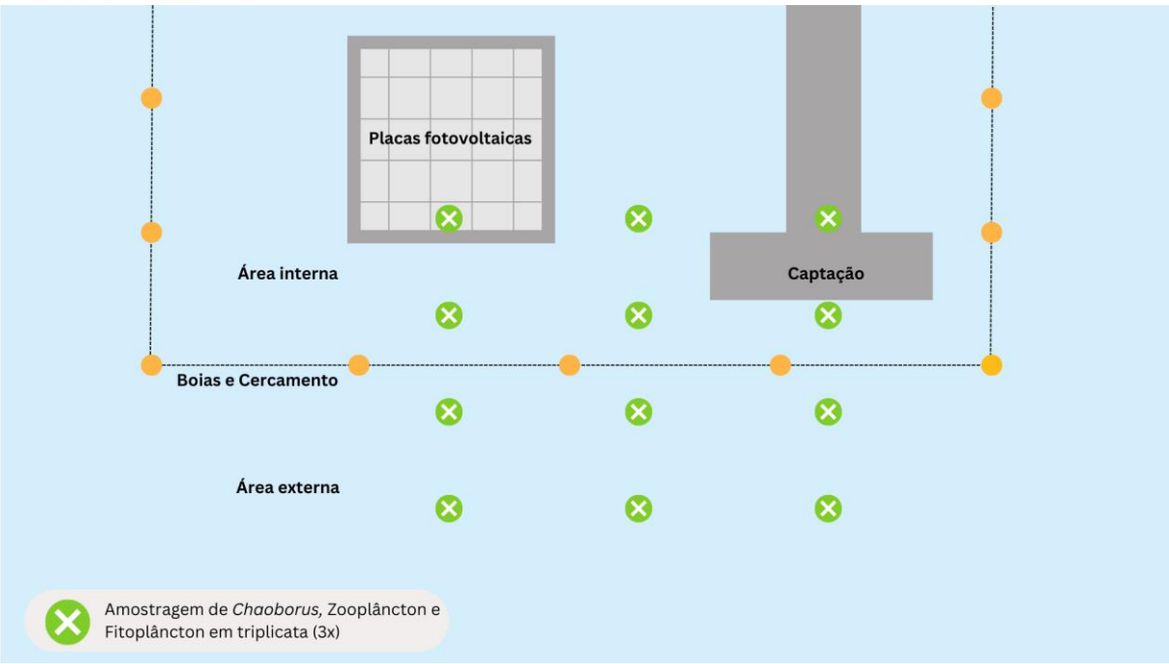


Figura 12 - Representação esquemática da região da captação da ETA do Passaúna com indicação da área de cercamento e pontos amostrais de *Chaoborus*, zooplâncton e fitoplâncton. Os pontos verdes com "X" indicam os locais específicos de coleta com a rede de plâncton (68 µm).

Implantações de adaptações - Tanques redes para a intensificação do controle do Chaoborus

Como estratégia complementar ao manejo na área cercada, tanques-rede serão instalados durante períodos de alta densidade de *Chaoborus.* As dimensões aproximadas dos tanques-rede são de 3 x 3 x 3 metros, malha de, aproximadamente, 5mm. Esses tanques permitirão manter peixes mesopredadores invertívoros em alta densidade, em ambiente confinado, favorecendo a predação sobre larvas e pupas de *Chaoborus*. Esses peixes poderão ter adicionalmente o efeito de afugentamento via percepção química. Sendo assim, a instalação desses tanques nas imediações da captação pode ter efeitos positivos na diminuição da e entrada efetiva na captação de água da ETA. Todas as atividades relacionadas ao uso de tanques-rede seguirão protocolos de boas práticas de manejo (e.g., Boas Práticas de Manejo para Piscicultura em Tanques-Rede - Embrapa; Manual Aquicultura com Sanidade - MAPA) assegurando uma execução responsável e com impacto mínimo ao ecossistema do reservatório.

6.3.6 - Subproduto 3.6 - Resultados do monitoramento do segundo trimestre do manejo

Prazo máximo de entrega – Final do 18° mês do projeto

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 39
Mov. 3

A metodologia empregada para este subproduto segue a mesma descrita no item anterior, garantindo a padronização das análises e a comparabilidade dos resultados ao longo do projeto.

6.3.7 Subproduto 3.7 - Resultados finais

Prazo máximo de entrega – No máximo até final do 21° mês do projeto

Neste subproduto são apresentados os resultados finais do monitoramento, integrados e consolidados, de modo a oferecer uma síntese abrangente e detalhada dos efeitos do manejo ao longo de todo o projeto, permitindo avaliar sua efetividade e os padrões ecológicos observados.

6.4 Produto 4 - Relatórios do Monitoramento e Análise Científica de Pontos Estratégicos do Reservatório e Análises Laboratoriais

Entrega trimestral – Final do 3° mês do projeto até o final do 21° mês

Este produto consiste na elaboração de relatórios trimestrais com os resultados do monitoramento trimestral de pontos estratégicos do reservatório, incluindo preparação, coletas de campo e análises laboratoriais de parâmetros físico-químicos e biológicos (*Chaoborus*, fitoplâncton, zooplâncton, peixes). O objetivo é acompanhar a evolução das condições ambientais ao longo do período do projeto, subsidiando as ações de manejo adaptativo e avaliando a efetividade das intervenções propostas, particularmente por meio de comparação com amostragens já realizadas e os dados destes monitoramentos.

Tabela 9 - Cronograma do **Produto 4** com datas das entregas de relatórios referentes à realização dos monitoramentos em pontos estratégicos do Reservatório Passaúna.

	Contagem dos meses a partir da contratação do projeto																							
Produto 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega Relatórios Produto 4			x			x			x			x			x			x			x			
Monitoramento biótico e abiótico			x			x			x			x			x			x			x			

6.4.1 Locais de amostragem para análise e monitoramento científicos das dinâmicas em nível do reservatório

O acompanhamento científico das comunidades aquáticas, especialmente aquelas com interações diretas com *Chaoborus*, como seus predadores (peixes) e suas presas

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 40
Mov. 3

(zooplâncton) é necessário para o entendimento da dinâmica do reservatório e para avaliação dos efeitos das estratégias de manejo. Sendo assim, dois setores adjacentes à área da captação, um a montante e outro a jusante serão monitorados (Figura 13). No setor da captação será realizado o monitoramento na área interna do cercamento e também na área externa, totalizando quatro regiões monitoradas (setor a montante, setor a jusante, e no setor da captação, área interna do cercamento e área externa do cercamento). Esse delineamento possibilita ainda a comparação com os resultados do projeto anterior, contribuindo para uma avaliação mais robusta das tendências observadas.

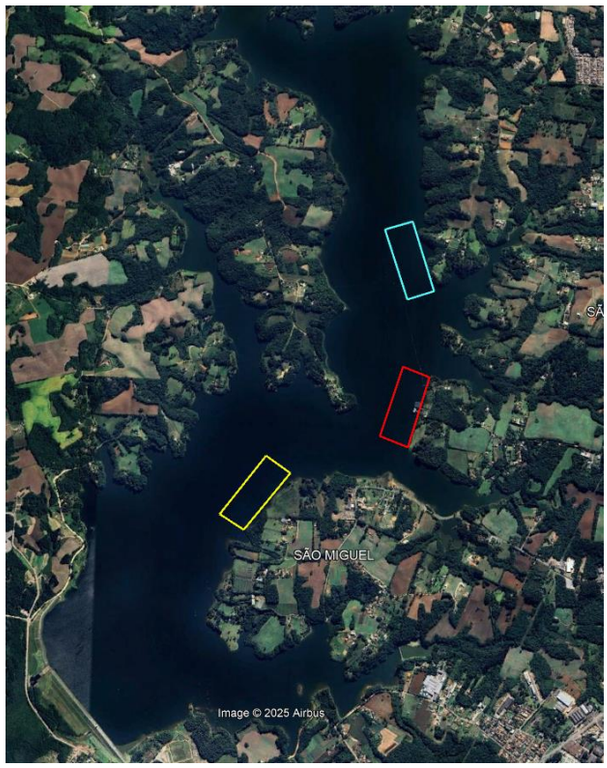


Figura 13 - Localização dos 3 setores no Reservatório Passaúna onde serão realizadas as amostragens para o monitoramento. O setor da captação (em vermelho) inclui tanto a usina fotovoltaica quanto a captação de água. A partir do setor da captação, foram definidos dois setores, sendo um a montante (azul) e outro a jusante (amarelo) para comparação.

6.4.2 Monitoramento abiótico

Será realizada a caracterização físico-química dos setores trimestralmente, permitindo a posterior correlação com os dados biológicos referentes à presença, ausência e abundância das espécies de interesse, incluindo espécies invasoras, espécies-chave e principalmente densidades de *Chaoborus*. Essa caracterização será conduzida nos mesmos pontos das coletas dos organismos.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 41
Mov. 3

Em cada setor serão definidos três pontos amostrais. Em cada ponto amostral, serão mensurados parâmetros físicos e químicos utilizando um Medidor Multiparâmetro (pH, temperatura, salinidade, entre outros). Também será realizada a caracterização do habitat aquático, considerando aspectos como profundidade, tipo de substrato, sombreamento e presença de vegetação aquática. A CONTRATADA terá acesso aos registros anteriores de qualidade da água, incluindo parâmetros como fósforo, nitrogênio, DBO, oxigênio dissolvido e carbono orgânico total, além de outras variáveis previstas na Resolução CONAMA nº 357 e análises complementares, sigilo dessas informações será preservado.

6.4.3 Monitoramento biótico

6.4.3.1 Chaoborus

A captura de exemplares das populações de *Chaoborus* será realizada por meio de arrastos verticais utilizando redes de plâncton em formato de trapézio, com abertura de malha de 68 micrômetros. Esses arrastos serão conduzidos ao longo de toda a coluna d'água, iniciando imediatamente a 1 metro do fundo até a superfície.

Após cada arrasto, o material resultante da filtragem da coluna d'água será acondicionado em frascos de polietileno e fixado ainda em campo com formaldeído até a concentração de 4%. Posteriormente, essas amostras serão enviadas ao Laboratório de Ecologia e Conservação da UFPR (LEC) para análise, a fim de identificar as densidades populacionais de larvas de *Chaoborus*. As densidades de *Chaoborus* e dos demais organismos presentes no plâncton serão corrigidas para o formato de indivíduos por metro cúbico, de acordo com o volume relativo coletado em cada ponto.

6.4.3.2 Zooplâncton

Seguindo a mesma metodologia aplicada à coleta de *Chaoborus*, serão realizados arrastos verticais nos mesmos pontos para a captura da comunidade zooplanctônica. Para essas coletas, será utilizada uma rede de 68 micrômetros em formato de trapézio, afundada com o auxílio de pesos para garantir a verticalidade e posteriormente recolhida de forma constante, possibilitando a captura eficiente dos organismos da comunidade. Os arrastos verticais serão empregados por serem capazes de coletar as comunidades que interagem diretamente com *Chaoborus*.

O conteúdo armazenado no copo de retenção da rede será acondicionado em frascos de polietileno e fixado com formaldeído a 4%. Posteriormente, as amostras serão enviadas ao LEC para análise. A contagem e identificação será realizada por subamostragem, utilizando uma pipeta de boca larga com volume conhecido. Para padronização, serão retiradas três

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 42
Mov. 3

alíquotas ou até que se contabilizem pelo menos 80 indivíduos, garantindo a representatividade da amostra (Bottrell et al., 1976; Lansac-Tôha et al., 2009). A identificação e contagem dos organismos será realizada com a utilização de câmaras de Sedgwick-Rafter sob microscópio óptico. A diluição da amostra será ajustada conforme a densidade de indivíduos observada.

Os organismos serão identificados até o nível taxonômico mais específico possível, com base na literatura adequada (Koste, 1978; Sendacz & Kubo, 1982; Reid, 1985; Montú & Goeden, 1986; Segers, 1995; Elmoor-Loureiro, 1997; Elmoor-Loureiro, 2010; Previattelli, 2006; Perbiche-Neves et al., 2015).

6.4.3.3 Fitoplâncton

Da mesma forma, o fitoplâncton será coletado nos mesmos pontos de amostragem, utilizando arrastos verticais com redes de plâncton de malha com abertura de 20 micrômetros. Após a realização dos arrastos, o material retido no copo de armazenamento será fixado com lugol acético e acondicionado em frascos de polietileno.

As contagens e identificação de fitoplâncton serão realizadas em câmara de *Sedgwick-Rafter*, sob microscópio óptico. A contagem será conduzida por campo contínuo, considerando como unidade (ou conjunto) a estrutura morfológica típica de cada gênero: célula, colônia ou filamento. Para colônias disformes e de tamanho variável, será adotada como unidade uma colônia que ocupe área equivalente a um quadrado do micrômetro de *Whipple* (1440 µm²) sob aumento de 10 vezes (Branco, 1971; Pereira, 1978; Beyruth, 1993). Será realizada uma varredura inicial a fim de verificar qual contagem será necessária, campo completo ou parcial. No caso de contagens parciais, os organismos serão quantificados em um número determinado de retículos da câmara, visando atingir preferencialmente um mínimo de 300 conjuntos contabilizados (Woelkerling et al., 1976; Legresley e Mcdermott 2010; Bolam et al., 2019). A identificação dos gêneros de algas será fundamentada em literatura taxonômica especializada (Bicudo e Bicudo, 1970; Hoek, Mann e Jahns, 1995; Hegewald, 2000; Bicudo e Menezes, 2006; Serieyssol, 2012).

6.4.3.4 Peixes

As coletas da ictiofauna terão seu esforço de pesca sistematizado e padronizado através da Captura por Unidade de Esforço (CPUE, em número de indivíduos e em peso). As coletas serão realizadas por diferentes tipos de equipamentos passivos e ativos, em função dos diferentes ambientes e espécies alvo:

- Baterias de redes de emalhe de espera simples com malhas individuais de 1.5, 2, 3, 4, 5 cm entre nós não adjacentes, em cada local/ponto amostral. As redes serão

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 43
Mov. 3

colocadas na margem, transversalmente em direção ao centro do reservatório, armadas no final do dia e retiradas na manhã do segundo dia, permanecendo expostas por aproximadamente 12 h, contemplando os ciclos dia/noite. Isso, além de otimizar o tempo de coleta, permite maior preservação do conteúdo estomacal dos peixes para maior eficiência na análise de dieta desses organismos, sem comprometer as estimativas populacionais e comunitárias da ictiofauna do reservatório.

- Arremessos de tarrafa: Serão realizados 5 arremessos em cada ponto amostral, com malhas de 1,5 e 2,5 cm, ambas com 10 m de circunferência.
- Redes de arrasto manual: redes com 10 m de comprimento, 2 m de altura e malha de 0,5 mm. Serão realizados dois arrastos em cada ponto amostral.
- Para *Micropterus salmoides*, o método mais eficiente de coleta é a pesca com vara e iscas artificiais (vide Ribeiro et al., 2015). Neste contexto, será usada uma embarcação de 6 m, com motor de 15 hp, e dois pescadores, com um esforço mínimo de pesca de 2horas/pescador em cada ponto .

Os peixes capturados serão sacrificados, seguindo as condutas de bem-estar animal vigentes, fixados em formol 10% e armazenados em recipientes plásticos rotulados com informações da coleta. Indivíduos maiores que 30 cm de comprimento total receberão injeção de formol 10% na cavidade abdominal.

Para a identificação dos exemplares, dados merísticos e morfométricos serão avaliados conforme bibliografia especializada para a Bacia do Rio Iguaçu (Ingenito et al., 2004; Baumgartner et al., 2012). A classificação em ordens, clados e grupos de “Perciformes” seguirá Betancur-Rodriguez et al. (2017).

De cada exemplar serão registradas as seguintes informações: data, reservatório e trecho de amostragem; aparelho de pesca; número do exemplar; espécie; comprimento total (cm); comprimento padrão (cm); peso total (0,1 g); peso do estômago (0,01 g); grau de repleção gástrica (0-3); sexo; estádio de maturação gonadal; peso da gônada (0,01 g).

Após a triagem, todas as informações obtidas serão tabuladas em planilhas eletrônicas. Parâmetros ecológicos e populacionais serão calculados para comparações estatísticas entre as coletas realizadas.

Para o monitoramento da ictiofauna também será empregado o uso de um Veículo Operado Remotamente (ROV). A metodologia consistirá na realização de transectos subaquáticos em áreas pré-determinadas, utilizando o ROV equipado com câmeras de alta resolução para gravação contínua do ambiente e dos espécimes de peixes encontrados. Esse método não invasivo permite a identificação visual e contagem sem a necessidade de captura. Dentre suas vantagens, o uso do ROV permite a detecção de espécies que métodos tradicionais de captura subestimam por sua seletividade. Além disso, gera um registro visual

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 44
Mov. 3

permanente e georreferenciado. Essa abordagem proporciona dados de alta qualidade para uma avaliação mais precisa da distribuição e abundância das espécies no reservatório.

O ROV também auxiliará nas etapas do Produto 3, que serão desenvolvidas em campo e incluem atividades de monitoramento, cercamento e retirada de predadores. Essas ações totalizarão, no mínimo, 17 dias de trabalho em campo.

Durante essas etapas, o ROV atuará aproximadamente 5 horas por dia no cercamento, sendo cerca de 2 horas destinadas à busca ativa de predadores dentro do cercamento e 3 horas à inspeção das redes do cercamento. Além disso, serão realizadas inspeções complementares em outros pontos do reservatório (fora do cercamento), com duração estimada de 1 hora por ponto — totalizando 3 pontos e aproximadamente 3 horas adicionais. Assim, estima-se um mínimo de 136 horas de operação com o ROV. Sem considerar o processamento de dados e os testes prévios, estima-se uma média de 24 horas de testes e treinamento antes das atividades de campo, além de, no mínimo, 20 horas de processamento de dados para cada 8 horas de uso do drone. Esse processamento envolve a análise detalhada das imagens e o tratamento dos parâmetros físicos e químicos coletados pelo ROV, totalizando aproximadamente 340 horas de trabalho. Esses dados detalhados conferem maior precisão e confiabilidade aos resultados do projeto.

O equipamento também possui sensores para mensuração de parâmetros físicos e químicos, permitindo a coleta de dados da água em diferentes profundidades, o que proporcionará maior precisão nas análises e contribuirá para a compreensão espacial e temporal das condições ambientais do reservatório.

6.4.3.5 Isótopos estáveis

Para a análise de isótopos estáveis, no reservatório serão coletadas amostras semestrais de diferentes componentes do ecossistema, incluindo consumidores (peixes) e fontes de energia (macrófitas aquáticas, vegetação ripária, zooplâncton, invertebrados bentônicos e *Chaoborus*). As amostras serão obtidas de acordo com a disponibilidade de indivíduos de cada espécie. Para peixes e invertebrados bentônicos, pretende-se coletar de 5 a 10 indivíduos por espécie; para macrófitas aquáticas e vegetação ripária, serão coletadas de 5 a 10 amostras por espécie; e, para o zooplâncton, será realizada a filtragem de 100 litros de água. Para *Chaoborus* são necessárias cinco amostras de indivíduos adultos e cinco amostras de indivíduos jovens. Cada amostra consiste de, pelo menos, um tubo Eppendorf preenchido até a metade. As amostragens serão realizadas utilizando luvas descartáveis para evitar o contato direto com as amostras e prevenir contaminação. Todas as amostras coletadas em campo serão mantidas em caixas térmicas com gelo e posteriormente congeladas.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 45
Mov. 3

6.5 Produto 5 - Relatório da análise e diagnóstico das comunidades e atores sociais a serem mobilizados e atingidos pelas ações e materiais de comunicação ambiental.

Entrega – Final do 2° mês do projeto

Este produto consiste na elaboração de um relatório técnico que apresente a análise e o diagnóstico da comunidade e atores sociais que pque visa identificar, caracterizar e estratificar a comunidade e os atores sociais, incluindo público residente, usuário e instituições locais, que serão potencialmente impactados pelas ações de comunicação ambiental no entorno do reservatório, garantindo a adequação das mensagens e a eficácia da abordagem.

Os dados serão compilados a partir de diversas fontes, incluindo informações publicadas por órgãos governamentais, como IBGE, órgãos ambientais estaduais e municipais, bem como dados socioeconômicos sobre a população residente na região. Também serão utilizados relatórios científicos, artigos publicados, dissertações e teses que abordem aspectos relacionados à biodiversidade, uso do solo, pesca e recreação no entorno do reservatório. Imagens de satélite serão analisadas para identificar a cobertura do solo, áreas de ocupação urbana e recreativa e outros pontos de impacto ambiental. Uso de georreferenciamento também será usado para mapear clubes náuticos, pesque-pagues, marinas e pontos críticos de introdução de espécies.

Além disso, serão realizados contatos com líderes comunitários, representantes de associações e frequentadores do reservatório, bem como observação e registro direto das atividades humanas. Informações provenientes de mídias locais e redes sociais também serão consideradas para identificar práticas recreativas e grupos ativos na região. Todos os dados coletados serão integrados e validados de forma a garantir coerência e confiabilidade, permitindo a identificação de grupos-alvo, áreas de maior impacto e pontos de risco ambiental, subsidiando o planejamento das ações de comunicação ambiental.

O relatório deve contemplar, entre outros aspectos:

Caracterização demográfica e social

- Quantificação da população residente na área da bacia hidrográfica do passaúna.
- Identificação de perfis socioeconômicos, culturais e de uso do território.

Mapeamento de atores e instituições locais

- Levantamento de associações, lideranças comunitárias e entidades ativas na região (ambientalistas, recreativas, de pesca, esportes náuticos, etc.).

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 46
Mov. 3

- Identificação de canais de comunicação já existentes e iniciativas de mobilização comunitária.

Diagnóstico de uso e impactos sobre o reservatório

- Levantamento das principais áreas de uso humano e atividades que geram maior impacto ambiental.
- Identificação de atividades recreativas, pesque-pagues, clubes de esportes náuticos e marinas presentes na região.
- Mapeamento de grupos e associações de pesca esportiva atuantes no reservatório Passaúna.
- Identificação de pontos críticos para novas introduções de espécies exóticas invasoras ou outras ameaças ao reservatório.

Definição de grupos-alvo para comunicação ambiental

- Priorização de grupos e comunidades que poderão ser engajados nas ações de sensibilização e comunicação ambiental.

O relatório deverá servir como instrumento de planejamento técnico e estratégico para para a execução de ações de comunicação ambiental previstas no projeto. Seu objetivo é fornecer informações detalhadas sobre os públicos-alvo, as abordagens metodológicas e as áreas prioritárias de atuação, permitindo maximizar o engajamento social e minimizar os impactos sobre o reservatório e seu entorno.

Esta etapa é fundamental para subsidiar a execução do Produto 6 (*Relatório do Desenvolvimento de Ações e Materiais para Comunicação Ambiental*) e de seus respectivos subprodutos, proporcionando maior eficiência, coerência e alcance às ações comunicacionais do projeto. Ao orientar de forma estruturada o “quem, como e onde atuar”, o relatório contribuirá diretamente para a efetividade das estratégias de sensibilização ambiental, fortalecendo o vínculo entre a gestão técnica do reservatório e a sociedade.

6.6 Produto 6 - Relatório do desenvolvimento de ações e materiais para comunicação ambiental

Entrega trimestral – Final do 7° mês do projeto ao Final do 22° mês do projeto

Este produto consiste na elaboração de materiais de comunicação (folders, vídeos e placas informativas) e ações voltadas à sensibilização e ao engajamento da comunidade local do entorno do Reservatório Passaúna sobre os impactos das espécies exóticas invasoras, bem como sobre boas práticas para a prevenção de novas introduções. Os materiais e ações se destinam ao público geral, e mais especificamente aos frequentadores do Parque e

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 47
Mov. 3

Reservatório Passaúna, como por exemplo praticantes de esportes náuticos e pescadores amadores e esportivos, e poderão ser utilizados e distribuídos pela equipe da SANEPAR e do Laboratório de Ecologia e Conservação em espaços diversos, como feiras, eventos comunitários, redes sociais, canais institucionais e outras iniciativas específicas.

Como parte da estratégia de comunicação e engajamento social, estão previstos 6 subprodutos. Cada subproduto será pago individualmente conforme o cronograma físico-financeiro, a partir da comprovação de execução/elaboração por meio da entrega de relatório, contendo uma descrição dos materiais ou ações desenvolvidos e do envio do respectivo arquivo (PDF, PNG, MP4, etc.).

Embora os subprodutos sejam entregues conforme o cronograma previsto, a ordem de entrega poderá variar em função da disponibilidade de agenda dos eventos programados, da organização logística da equipe e da contratação de serviços de terceiros.

Tabela 10 - Cronograma do **Produto 6** com datas das entregas de relatórios referentes aos subprodutos de comunicação ambiental.

Produto 6	**Contagem dos meses a partir da contratação do projeto**																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega Relatórios Subprodutos (SP)							x			x			x			x			x			x		

6.6.1 Subproduto 6.1 – Folders (N=2)

Serão elaborados dois modelos de folders digitais e impressos, com tiragem de 1.000 exemplares de cada para serem entregues à SANEPAR, abrangendo os seguintes temas:

1) Espécies da fauna nativa esperadas para o reservatório e exóticas invasoras, com informações visuais e objetivas sobre espécies de maior risco para o reservatório, com explicação de seus impactos ambientais, sociais e econômicos, além de medidas preventivas contra novas introduções;

2) Boas práticas socioambientais no Reservatório do Passaúna, com orientações práticas voltadas a diferentes públicos, como pescadores (não soltar espécies exóticas; respeitar regras de pesca), usuários de pesque-pagues, frequentadores do parque (não liberar animais na natureza) e esportistas náuticos (lavagem de embarcações e equipamentos para evitar transporte de organismos).

Os folders se destinam ao público geral, e mais especificamente aos frequentadores do Parque e Reservatório Passaúna, como por exemplo praticantes de esportes náuticos e pescadores amadores e esportivos. Os materiais poderão ser utilizados e distribuídos pela equipe da SANEPAR e do Laboratório de Ecologia e Conservação em espaços diversos, como

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 48
Mov. 3

feiras, eventos comunitários, redes sociais, canais institucionais e outras iniciativas específicas.

Complementarmente será realizada uma ação de um dia para entrega de panfletos em locais estratégicos, como por exemplo clube náutico e pesque-pague, localizados no entorno do Reservatório Passaúna.

6.6.2 Subproduto 6.2 – Vídeo (N=1)

Será elaborado um vídeo (aproximadamente 15 minutos) comunicando sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais das espécies exóticas invasoras, além de medidas preventivas contra novas introduções. O vídeo terá como público a comunidade em geral, podendo ser utilizado pela SANEPAR em palestras, eventos, redes sociais e também em ações de campo. O vídeo será entregue em MP4 em dois formatos (horizontal e vertical).

6.6.3 Subproduto 6.3 – Placas (N=2)

Serão elaborados dois modelos de placas informativas, abrangendo os seguintes temas:

1) Espécies exóticas invasoras, com informações visuais e objetivas sobre espécies de maior risco para o reservatório, com explicação de seus impactos ambientais, sociais e econômicos, além de medidas preventivas contra novas introduções;

2) Boas práticas socioambientais no Reservatório do Passaúna, com orientações práticas voltadas a diferentes públicos, como pescadores (não soltar espécies exóticas; respeitar regras de pesca), usuários de pesque-pagues, frequentadores do parque (não liberar animais na natureza) e esportistas náuticos (lavagem de embarcações e equipamentos para evitar transporte de organismos).

Serão instaladas duas placas de cada tema (N=4) em pontos estratégicos no entorno do Reservatório Passaúna. O material previsto para a confecção das placas é madeira plástica, com dimensões aproximadas de 207 × 213,4 cm, podendo sofrer pequenos ajustes quanto ao tipo de material e às medidas, de acordo com a disponibilidade da empresa contratada para sua produção.

As placas fortalecem a comunicação em pontos estratégicos de risco de introdução de espécies, alcançando diretamente os usuários do Parque do Reservatório do Passaúna e incentivando práticas socioambientais responsáveis.

6.6.4 Subproduto 6.4 – Participação em feiras e eventos públicos (N=1; condicionado ao número de eventos realizados na bacia)

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 49
Mov. 3

Consistirá em uma ação de comunicação direcionada à comunidade em geral, por meio de estandes interativos, exposições biológicas e distribuição de folders impressos sobre espécies exóticas invasoras. No caso de não haver feiras ou eventos públicos programados para o período, essa ação poderá ser substituída, mediante aprovação da SANEPAR, por uma palestra em escola, oficina comunitária ou outra atividade de comunicação relacionada ao tema das espécies exóticas invasoras.

6.6.5 Subproduto 6.5 – Dia no Parque (N=1)

Consistirá em uma ação de comunicação direcionada aos frequentadores do Parque e Reservatório Passaúna, por meio de estandes interativos, exposições biológicas e distribuição de folders impressos sobre espécies exóticas invasoras. Essa ação tem como objetivo engajar a comunidade local, ampliando a conscientização sobre a importância da conservação da biodiversidade e a prevenção de novas introduções de espécies invasoras. O formato participativo do Dia no Parque proporciona um ambiente descontraído de sensibilização, permitindo que diferentes públicos, incluindo crianças, famílias e visitantes em geral, aprendam sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos dessas espécies, além de estimular boas práticas para o uso do reservatório, evitando novas introduções.

6.6.6 Subproduto 6.6 – Simpósio na SANEPAR (N=1)

Essa ação será realizada como ação de comunicação institucional, tendo como foco principal a capacitação e sensibilização sobre espécies exóticas invasoras, reunindo técnicos, gestores, pesquisadores e demais interessados. O simpósio também servirá como espaço para discutir os resultados do projeto, compartilhar informações científicas e promover o fortalecimento da articulação institucional.

6.6.7 Outras estratégias de comunicação

A equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação se disponibiliza a participar de reuniões e atividades do Comitê de Bacia do Passaúna conforme solicitação e pertinência dos temas discutidos, quando abordadas questões relacionadas à governança e políticas públicas de espécies exóticas invasoras. Também nos disponibilizamos em apoiar a implementação de medidas legais de prevenção e controle, fortalecendo a articulação entre diferentes instituições e divulgando informações sobre dados científicos e legislação ambiental pertinente. Cabe ressaltar que o coordenador do projeto, Dr. Jean Vitule, participa regularmente de reuniões do CONAMA, do Ministério da Pesca e do ICMBio relacionadas a

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 50
Mov. 3

espécies exóticas invasoras, experiência que contribui diretamente para dar suporte a eventuais ações em relação ao manejo e controle dessas espécies.

Em caso de problemas relacionados a espécies invasoras no reservatório do Passaúna, a equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação atuará com a comunicação junto à comunidade e à mídia. Quando solicitado e com a devida autorização da SANEPAR, fornecerá dados científicos e resultados do projeto, apresentando informações sobre as ações já implementadas e evidenciando que a SANEPAR tem atuado de forma consistente no enfrentamento do problema das espécies exóticas invasoras no Reservatório Passaúna.

6.7 Produto 7 - Relatório De Medidas Complementares A Serem Desenvolvidas e Testadas No Reservatório

Entrega – Final do 20° mês do projeto

Este produto consiste na elaboração de um relatório técnico com a descrição da avaliação de estratégias complementares ao manejo de *Chaoborus*, desenvolvidas a partir de observações em campo, evidências da literatura e hipóteses formuladas durante a execução do projeto. Essas medidas têm potencial de atuar de forma sinérgica com as ações principais, como o cercamento da captação e a instalação de tanques-rede, contribuindo para o aumento da eficácia do controle.

No entanto, tais estratégias ainda demandam testes específicos e estudos de viabilidade para validar sua eficiência nas condições ambientais do reservatório. Por esse motivo, os experimentos possuirão caráter adaptativo, podendo ser ajustados conforme resultados preliminares, condições climáticas e possibilidades operacionais. O registro sistemático das atividades, resultados parciais e adaptações será mantido ao longo do processo, visando subsidiar futuras decisões de manejo. As medidas experimentais previstas inicialmente são apresentadas abaixo.

6.7.1 Teste experimental da viabilidade de substituição de fontes luminosas para redução da atração de adultos de Chaoborus

Este experimento tem como objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de iluminação artificial sobre o comportamento de atração dos adultos de *Chaoborus*, visando reduzir sua concentração em áreas críticas do reservatório. A proposta parte da hipótese de que determinadas características da luz — como o espectro e a intensidade luminosa — podem afetar o grau de atração desses insetos, como já visto em experimentos anteriores (Ali et al., 1984; Kameil et al., 2021; Hirabayashi et al., 2017).

A metodologia consistirá na instalação de fontes luminosas (quantidade e intensidade a serem definidas) com variações controladas de espectro (por exemplo, luz branca, âmbar,

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 51
Mov. 3

azul e vermelha) e de intensidade. Essas fontes serão posicionadas em pontos estratégicos do entorno do reservatório. A atratividade será avaliada por meio da contagem de indivíduos atraídos por cada tipo de luz, em condições padronizadas de tempo e clima.

Um dos pontos experimentais, possivelmente localizado próximo à captação (área de maior interesse para as intervenções), receberá uma armadilha luminosa do tipo Malaise para cada cor testada (branca, âmbar, azul e vermelha) e pelo menos duas intensidades distintas de luz (Hirabayashi et al., 2017, com modificações). O experimento será realizado em três réplicas, conduzidas em noites diferentes.

As armadilhas Malaise apresentam, em média, as seguintes dimensões: altura no ápice entre 1,5 e 2,0 m (modelos comuns ≈ 1,8 m), comprimento total de 1,5 a 3,0 m (frequentemente entre 1,8 e 2,2 m), largura dos painéis laterais variando de 0,8 a 1,5 m (com abertura total entre 1,6 e 3,0 m), ocupando uma área aproximada de 2,0 × 1,0 m no local de instalação. A malha utilizada geralmente varia entre 1 e 2 mm, podendo ser mais fina para a captura de insetos menores. Além da estrutura padrão, será incorporado o módulo luminoso adicional.

O delineamento experimental, assim como os equipamentos, locais e período de realização, poderá ser ajustado conforme as necessidades identificadas ao longo do desenvolvimento do projeto e à luz de novas evidências.

Para a quantificação e identificação taxonômica dos adultos ao longo do reservatório, serão instaladas armadilhas entomológicas do tipo *Malaise* em pontos com diferentes características das margens (pelo menos 3 pontos), sendo obrigatória a inclusão de um ponto na região da captação.

De modo geral, o tempo de exposição, a quantidade e a qualidade das armadilhas, bem como os pontos onde serão instaladas, serão definidos com base nos resultados obtidos em experimentos-piloto. Inicialmente, serão utilizadas no mínimo duas armadilhas de cores diferentes, sendo uma com a cor padrão (LED branca) e outra com a cor que apresentar menor atração de adultos de *Chaoborus*, conforme observado nos testes preliminares, em três pontos distintos do reservatório, totalizando seis armadilhas.

O objetivo final é identificar o tipo de iluminação com menor atratividade para *Chaoborus*, subsidiando uma possível substituição das fontes de luz atualmente utilizadas nas proximidades do reservatório. Essa medida pode contribuir indiretamente para o controle populacional da espécie, ao limitar seu ciclo reprodutivo em áreas sensíveis.

6.7.2 Controle de larvas com derivados de clorofila

Este experimento tem como objetivo avaliar a eficácia de substâncias derivadas de clorofila no controle de larvas de *Chaoborus*, considerando seu potencial como alternativa de baixo impacto ambiental para o manejo da espécie. A proposta se baseia em evidências de

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 52
Mov. 3

que alguns compostos fotossensibilizantes derivados de clorofila, quando ativados pela luz, podem interferir em processos fisiológicos de organismos aquáticos, oferecendo uma possível via de controle seletivo.

O experimento será delineado para identificar os efeitos fotodinâmicos da clorofilina e do feofirbídeo sobre Chaoborus e outros invertebrados aquáticos não alvo, representativos do zooplâncton (cladóceros, copépodes e rotíferos). Cada condição experimental (combinação entre tipo de substância, concentração e regime de luz) será definida com base nos resultados obtidos em experimentos piloto.

Cada unidade experimental consistirá em um recipiente contendo um número controlado de organismos (mínimo de 100 larvas de Chaoborus em 1 litro de água), sendo essa densidade ajustada proporcionalmente para os demais organismos testados. Serão incluídos, ainda, três tipos principais de controles: (i) apenas organismos e água; (ii) organismos expostos a um dos pigmentos, ou a ambos, em diferentes concentrações; e (iii) tratamentos com e sem exposição à luz.

Os testes serão conduzidos em ambiente controlado (laboratório LEC ou sistemas experimentais em pequena escala), utilizando diferentes concentrações das substâncias e seguindo critérios estabelecidos de segurança ambiental. Serão avaliados:

- A mortalidade larval de *Chaoborus* em diferentes doses e tempos de exposição;
- Possíveis efeitos colaterais de mortalidade sobre organismos não alvo presentes na comunidade aquática (ex: zooplâncton ou larvas de peixes);
- A estabilidade e a degradação dos compostos no ambiente aquático, considerando fatores como luz e temperatura.

O experimento será delineado identificar os efeitos fotodinâmicos da clorofilina e do feofirbídeo sobre *Chaoborus* e outros invertebrados aquáticos não alvos representativos do zooplâncton (cladóceros, copépodes e rotíferos). Cada condição experimental (combinação entre tipo de substância, concentração e regime de luz) será aplicada de acordo com os resultados a serem obtidos a partir de experimentos piloto.

Cada unidade experimental consistirá em um recipiente contendo um número controlado de organismos (mínimo de 100 larvas de *Chaoborus* em 1 litro de água), sendo essa densidade ajustada proporcionalmente para os demais organismos testados. Serão incluídos ainda um mínimo de três tipos de controles: (i) apenas organismos e água; (ii) contendo organismos e um dos pigmentos ou ambos em diferentes concentrações; e (iii) tratamentos com ou sem exposição a luz.

Os resultados deste experimento poderão subsidiar futuras aplicações em campo e contribuir para o desenvolvimento de métodos inovadores de controle larval, com foco na eficácia e na minimização de impactos ecológicos.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 53
Mov. 3

6.8 Produto 8 - Relatório final

Entrega – Final do 24° mês do projeto

O relatório final apresentará uma compilação de todos os itens anteriores, com inclusão de sumário executivo gráfico de forma a atender profissionais de diversas formações e auxiliar gestores na tomada de decisões a respeito do tema.

7 PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo total para execução desta proposta é de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da assinatura do Contrato, conforme etapas definidas no cronograma a seguir.

Observação:

O agendamento da reunião inicial deverá ser realizado 5 (cinco) dias após a assinatura do contrato.

8. EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica será composta, em sua maioria, pelos mesmos membros do projeto anterior, o que garante continuidade das atividades, integração entre os dados já coletados e os novos levantamentos, além de afinidade da equipe com o problema estudado e com as metodologias empregadas. Essa manutenção assegura maior consistência e eficiência na execução das atividades, reduzindo o tempo de adaptação e garantindo uma abordagem mais precisa e eficaz na resolução do problema.

Com o objetivo de fortalecer o grupo de pesquisa e aprimorar a eficiência na execução e aplicação do manejo proposto, foram incorporados novos integrantes à equipe. Houve também a substituição dos alunos de iniciação científica por um discente de mestrado, que desenvolverá sua dissertação a partir de dados gerados pelo projeto. Essa mudança permite maior aprofundamento nas análises e interpretação dos resultados, mantendo o rigor científico, o sigilo e o cuidado necessários em relação ao problema geral enfrentado.

Além disso, foi incluído um novo membro sênior, o Dr. Michael Mannich, pesquisador com sólida experiência em limnologia física, hidrologia e processos de transferência de gases em ambientes aquáticos. Sua contribuição será fundamental no monitoramento e processamento de parâmetros meteorológicos e limnológicos — como temperatura, oxigênio dissolvido, concentração de CO_2 e radiação PAR —, essenciais para a compreensão da dinâmica do reservatório e dos fatores que influenciam a ecologia de Chaoborus. Estes parâmetros exigem medições em alta frequência por meio de sensores especializados, calibrados, com autonomia e manutenção periódica. Adicionalmente, eles vêm sendo

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 54
Mov. 3

monitorados no Reservatório Passaúna, construindo uma evolução temporal e potencialmente permitindo a integração dos parâmetros físico-químicos com o monitoramento da ictiofauna e das larvas de Chaoborus.

Adicionalmente, considerando que a literatura científica sustenta que as larvas de Chaoborus realizam migração vertical para camadas anóxicas como estratégia de defesa contra predadores, o monitoramento detalhado dos perfis de oxigênio dissolvido é imprescindível para avaliar a disponibilidade de habitat e a interação com espécies nativas de peixes que utilizam essas larvas como recurso alimentar.

Por fim, o Prof. Mannich possui ampla experiência em trabalhos de campo e integração multidisciplinar, podendo contribuir de forma transversal em todas as etapas de monitoramento e análise, fortalecendo a robustez científica e operacional do projeto.

9.1 Participantes vinculados à UFPR - servidores

Nome	Função	Formação e titulação	Lattes	Horas técnicas (24 meses)
Jean Ricardo Simões Vitule	Coordenador/Pesquisador	Graduação em Ciências Biológicas e Doutor em Zoologia	**http://lattes.cnpq.br/4192365084441476** Professor Associado no Departamento de Engenharia Ambiental da Professor Associado da UFPR, coordenador do Laboratório de Ecologia e Conservação e membro dos programas de pós-graduação PPGECO e PPGEA. Doutor e pós-doutor em Zoologia pela UFPR. Atua em ecologia, conservação e zoologia, com foco em ictiofauna, invasões biológicas e ambientes aquáticos. Consultor de agências nacionais e internacionais, editor associado de periódicos científicos e autor de mais de 140 artigos. Participa de redes internacionais sobre espécies invasoras, como INVASIVESNET e Hi Knowledge.	576 horas
Tobias Bernward Bleninger	Pesquisador	Graduação em Engenharia Civil e Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental	**http://lattes.cnpq.br/5131189316971564** Professor de Mecânica dos Fluidos Ambiental e Matemática Aplicada no Departamento de Engenharia Ambiental da UFPR. Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pelo Karlsruhe Institute of Technology (Alemanha, 2006), onde também se graduou em Engenharia Civil com especialização em Hidráulica e Meio Ambiente. Atua em Hidráulica e Mecânica dos Fluidos, com experiência em métodos numéricos, medições de campo e de laboratório. Suas pesquisas envolvem emissários submarinos, hidráulica de hidrovias, transporte em reservatórios e sedimentos, empregando técnicas como PIV, LISST e ADCP.	288 horas
	Pesquisador		**http://lattes.cnpq.br/0160328557166941**	144 horas

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 55
Mov. 3

Michael Mannich		Graduação em Engenharia Ambiental	O Prof. Michael Mannich possui sólida experiência em limnologia física, hidrologia e processos de transferência de gases em ambientes aquáticos. Sua atuação será fundamental na coleta e análise de parâmetros meteorológicos e limnológicos, incluindo temperatura, oxigênio dissolvido, concentração de CO_2 e radiação PAR, essenciais para compreender a dinâmica do reservatório e os fatores que regulam a ecologia do Chaoborus.	

* A FUNPAR e a UFPR se resguardam do direito de ajuste na equipe mediante a sua disponibilidade de horas, uma vez que pode sofrer alterações a depender dos prazos de contratação desta proposta e outros, bem como poderá integrar outros colaboradores na execução sem necessidade de autorização da contratante.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

Rua João Negrão, 280 • Centro
CEP 80010-200 • Curitiba • Paraná
Telefone |41| 3360.7400 • Fax |41| 3323.1633
www.funpar.ufpr.br • e-mail: funpar@funpar.ufpr.br

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 56
Mov. 3

Participantes vinculados à UFPR - Pós-Doutorandos

Nome	Função	Formação e titulação	Lattes	Horas técnicas (24 meses)
Juliani Giselli Prestes	Pesquisador	Graduação em Ciências Biológicas e Doutra em Ecologia e Conservação	http://lattes.cnpq.br/7321389142111256 Bióloga pela Universidade Positivo, com mestrado e doutorado em Ecologia e Conservação pela UFPR. Atua em ecologia aquática, com foco em invasões biológicas e bivalves de água doce. Possui experiência em pesquisa de campo, análises laboratoriais e conservação de ecossistemas aquáticos.	3.840 horas
Natali Oliva Roman Miiller	Pesquisadora	Graduação em Ciências Biológicas e Doutra em Ecologia e Conservação	http://lattes.cnpq.br/9051879148270074 Bióloga pela Universidade Federal do Paraná, com mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável e doutorado em Ecologia e Conservação pela mesma instituição. Atua em projetos de monitoramento de ecossistemas aquáticos continentais e educação ambiental, com foco na ecologia e conservação da ictiofauna em ambientes antropizados.	3.840 horas
Clemerson Richard Pedroso	Pesquisador	Graduação em Ciências Biológicas e Doutor e Ecologia e Conservação	http://lattes.cnpq.br/0150820517121210 Possui doutorado em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná (2023). Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (2016) e mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (2019). Tem experiência na área de Ecologia, Zoologia e Limnologia, com ênfase na comunidade zooplanctônica.	3.840 horas
Raul Rennó Braga	Pesquisador	Graduação em Ciências Biológicas e Doutor e Ecologia e Conservação	http://lattes.cnpq.br/8364448294376448 Biólogo pela PUC-PR, com mestrado e doutorado em Ecologia e Conservação pela UFPR. Atua em Zoologia e Ecologia, com foco em ictiologia e biologia de invasões. Tem interesse em pesquisas teóricas e aplicadas sobre ecologia e conservação de peixes, especialmente tubarões e espécies dulcícolas. Atualmente é docente do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da UEL.	3.840 horas
Matheus Oliveira Freitas	Pesquisador	Graduação em Ciências Biológicas e Doutor e Ecologia e Conservação	http://lattes.cnpq.br/5550609084808301 Biólogo com mestrado e doutorado em Ecologia e Conservação, com atuação em Ictiologia e Pesca, especialmente em biologia reprodutiva e monitoramento de pescarias artesanais. Integra o Projeto Meros do Brasil desde 2004, onde atualmente é gerente de pesquisas. Possui experiência em coordenação de projetos, pós-doutorado na UFPR e atuação em instituições acadêmicas e do terceiro setor.	3.840 horas
Será selecionado	Pesquisador – Mestrado	Graduação em Engenharia Ambiental, Biologia ou áreas afins		3.840 horas

*Se for necessária a substituição de algum membro da equipe, isso será realizado por profissionais com requisitos equivalentes aos exigidos pela função.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 57
Mov. 3

9 RISCOS

A implementação da proposta de manejo adaptativo em ambientes naturais complexos, como reservatórios de abastecimento público, envolve uma série de riscos que devem ser devidamente identificados, monitorados e mitigados ao longo de sua execução. Assim, foram antecipadas possíveis adversidades que podem surgir durante a execução das metas propostas, exigindo uma abordagem flexível e responsiva.

A seguir, são destacados os principais riscos identificados:

- Eficácia reduzida das estratégias propostas: a resposta das populações de *Chaoborus* ao aumento da densidade de mesopredadores pode não seguir os padrões previstos pelos modelos ecossistêmicos, devido à complexidade ecológica do sistema e a novos eventos que não se tenha controle;

- Sincronização inadequada do início do manejo com o ciclo populacional de *Chaoborus:* a efetividade do manejo depende do início das ações antes do período mais quente do ano, quando ocorrem os picos populacionais da espécie. Caso o projeto seja iniciado tardiamente, após esse período de boom populacional, o manejo pode não surtir efeito imediato, sendo necessário aguardar o próximo ciclo sazonal, o que comprometeria a eficácia das medidas propostas no curto prazo;

- Impactos sobre espécies não-alvo: o aumento artificial da biomassa de peixes mesopredadores pode afetar negativamente outras espécies da comunidade zooplanctônica;

- Alterações na qualidade da água: a introdução de peixes em altas densidades em áreas restritas pode levar à redução do oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, liberação de nutrientes no sedimento e consequente deterioração das condições físico-químicas da água;

- Introdução de novas espécies invasoras: existe o risco da chegada de novas espécies exóticas invasoras durante o projeto, o que pode gerar impactos adicionais ao ecossistema. A presença simultânea de múltiplas espécies invasoras pode provocar efeitos sinérgicos negativos, conforme a hipótese de fusão invasora. Isso pode comprometer a efetividade do manejo e exigir respostas rápidas. O monitoramento contínuo será essencial para a detecção precoce e mitigação desses riscos;

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 58
Mov. 3

- Dificuldades logísticas e operacionais: a indisponibilidade ou atraso na aquisição de materiais, equipamentos ou mão de obra especializada pode comprometer a execução eficiente de etapas como o cercamento da área de captação e o peixamento;

- Problemas na manutenção e integridade do cercamento: as estruturas de isolamento da área de manejo, como redes e boias, estão sujeitas a desgaste por intempéries, o que pode comprometer sua funcionalidade;

- Condições climáticas adversas: chuvas intensas, ventos fortes ou estiagens prolongadas podem dificultar ou interromper atividades de campo, especialmente cercamento, introdução de peixes ou manutenção de tanques-rede.

Para mitigar esses riscos, serão adotadas medidas como:

- Monitoramento contínuo dos indicadores ecológicos e operacionais, a manutenção preventiva das estruturas instaladas, a adoção de protocolos técnicos baseados em evidências científicas (e.g., Boas Práticas de Manejo para Piscicultura em Tanques-Rede - Embrapa; Manual Aquicultura com Sanidade - MAPA).
- A flexibilidade do cronograma permitirá ajustes conforme a viabilidade operacional, sem comprometer o compromisso com o registro sistemático das atividades realizadas e dos resultados obtidos.
- O cronograma de execução considera eventuais imprevistos relacionados a dificuldades logísticas e operacionais, como a indisponibilidade ou atraso na aquisição de peixes, materiais, equipamentos ou mão de obra especializada, garantindo que as ações sejam desenvolvidas dentro do prazo máximo previsto.
- Por fim, a implementação de estratégias adaptativas garantirá a responsividade do projeto frente às variações ambientais e operacionais, potencializando a obtenção de resultados robustos e significativos.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, Angelo Antonio; BONECKER, Cláudia Costa; GOMES, Luiz Carlos. Effects of water quantity on connectivity: the case of the upper Paraná River floodplain. Ecohydrology & Hydrobiology, v. 9, n. 1, p. 99-113, 2009.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 59
Mov. 3

ALI, A. et al. Attraction of adult Chironomidae (Diptera) to incandescent light under laboratory conditions. Environmental Entomology, v. 13, n. 4, p. 1004–1009, 1984. DOI: 10.1093/ee/13.4.1004.

ANGELON, K. A.; PETRANKA, J. W. Chemicals of predatory mosquitofish (*Gambusia affinis*) influence selection of oviposition site by *Culex* mosquitoes. *Journal of Chemical Ecology*, v. 28, n. 4, p. 797-806, 2002.BENCE, J. R. Indirect effects and biological control of mosquitoes by mosquitofish. *Journal of Applied Ecology*, v. 25, n. 2, p. 505-521, 1988.

AHRENS, Robert NM; WALTERS, Carl J.; CHRISTENSEN, Villy. Foraging arena theory. *Fish and fisheries*, v. 13, n. 1, p. 41-59, 2012.

ARTHINGTON, A. H.; MARSHALL, C. J. Diet of the exotic mosquitofish, Gambusia holbrooki, in an Australian lake and potential for competition with indigenous fish species. Asian Fisheries Science, v. 12, n. 1, p. 1-16, 1999.

BAUMGARTNER, Gilmar et al. *Peixes do baixo rio Iguaçu*. Eduem, 2012.

BETANCUR-RODRIGUEZ, R. et al. Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evolutionary Biology*, v. 17, n. 1, p. 1–40, 2017.

BEATTY, S. J. et al. Reservoir as invasion hubs for a translocated pest fish. *Aquatic Invasions,* [s. l.], v. 14, n. 2, p. 332-348, 2019.

BEYRUTH, Z. Fitoplancton em lagos do Parque Ecológico do Tiete, São Paulo, 1986-1987. Estudo para reabilitaçao. Dae, v. 170, p. 5-10, 1993.

BEZERRA, Luis Artur Valões et al. Benthification, biotic homogenization behind the trophic downgrading in altered ecosystems. *Ecosphere*, v. 10, n. 6, p. e02757, 2019.

BEZERRA, Luis Artur Valões et al. Food web changes associated with drought and invasive species in a tropical semiarid reservoir. *Hydrobiologia*, v. 817, n. 1, p. 475-489, 2018.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. Algas de águas continentais do Brasil: chave ilustrada para identificação de gêneros. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências/EDUSP, 1970.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Gênero de Algas de águas Continetais do Brasil. Chave para identificaçaoe descriçao. Rima, Sao Paulo. 2a ediçao, 2006.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 60
Mov. 3

BOLAM, B. A.; ROLLWAGEN-BOLLENS, G.; BOLLENS, S. M. Feeding rates and prey selection of the invasive Asian clam, Corbicula fluminea, on microplankton in the Columbia River, USA. Hydrobiologia, v. 833, p. 107-123, 2019.

BOTTRELL, H. H. et al. A review of some problems in zooplankton production studies. Norwegian Journal of Zoology, v. 24, p. 419-456, 1976.

BPBES. Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. [S. l.]: BPBES, 2022. Disponível em: [https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2024/02/Relatorio-Tematico-Sobre-Especies-Exoticas-Invasoras.pdf].

BRANCO, Samuel Murgel. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. In: Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 1971. p. 1214-1214.

BRODMAN, Robert; DORTON, Ryan. The effectiveness of pond-breeding salamanders as agents of larval mosquito control. *Journal of Freshwater Ecology*, v. 21, n. 3, p. 467-474, 2006.

CALTAGIRONE, L. E.; DOUTT, R. L. The history of the vedalia beetle importation to California and its impact on the development of biological control. *Annual Review of Entomology*, v. 34, p. 1-16, 1989.

CARNEIRO, Laís et al. Benefits do not balance costs of biological invasions. *BioScience*, v. 74, n. 5, p. 340-344, 2024.

CHANDRA, G.; BHATTACHARJEE, I.; CHATTERJEE, S. N.; GHOSH, A. Mosquito control by larvivorous fish. *Indian Journal of Medical Research*, v. 127, n. 1, p. 13-27, 2008.

CONNOR, M. E. Notes on the use of fresh water fish as consumers of mosquito larvae in containers used in the home: based upon experience in Guayaquil, Ecuador, and Mérida, Yucatán, Mexico. *American Journal of Public Health*, v. 12, n. 3, p. 193-194, 1922.

DARWALL, William et al. The Alliance for Freshwater Life: A global call to unite efforts for freshwater biodiversity science and conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 28, n. 4, p. 1015-1022, 2018.

DIAGNE, Christophe et al. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, v. 592, n. 7855, p. 571-576, 2021.

DÍAZ, Sandra et al. Assessing nature's contributions to people. *Science*, v. 359, n. 6373, p. 270-272, 2018.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 61
Mov. 3

DOHERTY, Tim S. et al. Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 40, p. 11261-11265, 2016.

DUDGEON, David et al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, v. 81, n. 2, p. 163-182, 2006.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Cladóceros do Brasil: famílias Chydoridae e eurycercidae. Cladóceros do Brasil: famílias Chydoridae e Eurycercidae, 2010.

ELMOOR-LOUREIRO, Lourdes Maria Abdu. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília: Universa, 1997.

ELLENDER, Bruce R.; WEYL, Olaf LF. A review of current knowledge, risk and ecological impacts associated with non-native freshwater fish introductions in South Africa. *Aquatic Invasions*, v. 9, n. 2, 2014.

ESSL, Franz et al. A conceptual framework for range-expanding species that track human-induced environmental change. *BioScience*, v. 69, n. 11, p. 908-919, 2019.

FARIA, Larissa et al. The rise of the functional response in invasion science: a systematic review. *NeoBiota*, v. 85, p. 43-79, 2023.

FENIOVA, I. Yu; SAKHAROVA, E. G.; KRYLOV, A. V. Transfer of Essential Substances from Phytoplankton to Zooplankton in Freshwater Ecosystems. *Contemporary Problems of Ecology*, v. 15, n. 4, p. 315-326, 2022.

FREHSE, Fabrício de A.; WEYL, Olaf LF; VITULE, Jean RS. Differential use of artificial habitats by native and non-native fish species in Neotropical reservoirs. *Hydrobiologia*, v. 848, n. 9, p. 2355-2367, 2021.

FREHSE, Fabrício de A.; WEYL, Olaf LF; VITULE, Jean RS. Differential use of artificial habitats by native and non-native fish species in Neotropical reservoirs. *Hydrobiologia*, v. 848, n. 9, p. 2355-2367, 2021.

GOULD, John. Tadpoles of the sandpaper frog, *Lechriodus fletcheri*, hunt mosquito larvae in ephemeral pools. *Australian Journal of Zoology*, v. 67, n. 1, p. 9-11, 2020.

GRIFFIN, Lachlan F.; KNIGHT, Jon M. A review of the role of fish as biological control agents of disease vector mosquitoes in mangrove forests: reducing human health risks while reducing environmental risk. *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, n. 3, p. 243-252, 2012.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 62
Mov. 3

HARRINGTON, R. W.; HARRINGTON, E. S. Food selection among fishes invading a high subtropical salt marsh: from onset of flooding through the progress of a mosquito brood. *Ecology*, v. 42, n. 4, p. 646-666, 1961.

HARRINGTON, R.; HARRINGTON, E. S. Effects on fishes and their forage organisms of impounding a Florida salt marsh to prevent breeding by salt marsh mosquitoes. *Bulletin of Marine Science*, v. 32, n. 2, p. 523-531, 1982.

HEGEWALD, E. New combinations in the genus Desmodesmus (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). Archiv für Hydrobiologie. Supplementband, Algological studies, v. 131, p. 1-18, 2000.

HESS, A. D.; TARZWELL, C. M. The feeding habits of *Gambusia affinis*, with special reference to the malaria mosquito, *Anopheles quadrimaculatus*. *American Journal of Hygiene*, v. 35, p. 142-151, 1942.

HIRABAYASHI, K. et al. Phototaxis of Propsilocerus akamusi (Diptera: Chironomidae) from a shallow eutrophic lake in response to LED lamps. Journal of the American Mosquito Control Association, v. 33, p. 128–133, 2017.

HODDLE, M. S. Restoring balance: using exotic species to control invasive exotic species. *Conservation Biology*, v. 18, n. 1, p. 38-49, 2004.

HOEK, C.; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. Algae: an introduction to phycology. Cambridge university press, 1995.

HURST, T. P.; BROWN, M. D.; KAY, B. H. Laboratory evaluation of the predation efficacy of native Australian fish on *Culex annulirostris* (Diptera: Culicidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 20, n. 3, p. 286-291, 2004.

INGENITO, Leonardo Ferreira; DUBOC, Luiz Fernando; ABILHOA, Vinícius. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Arquivos de ciências veterinárias e zoologia da UNIPAR, v. 7, n. 1, 2004.

IPBES. Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In: ROY, H. E. et al. (Eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 2023.

JOHNSON, P. T. J.; OLDEN, J. D.; VANDER ZANDEN, M. J. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 6, n. 7, p. 357-363, 2008.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 63
Mov. 3

JUNK, Wolfgang J. et al. Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Classificação e delineamento das Áreas Úmidas brasileiras e de seus macrohabitats, p. 13-76, 2014.

KAMEI, M. et al. Effects of replacing outdoor lighting with white LEDs with different correlated color temperatures on the attraction of nocturnal insects. Applied Entomology and Zoology, v. 56, p. 225–233, 2021. DOI: 10.1007/s13355-021-00729-7.

KERRIDGE, Peter C.; DAWSON, M. D.; MOORE, David P. Separation of degrees of aluminum tolerance in wheat 1. *Agronomy Journal*, v. 63, n. 4, p. 586-591, 1971.

KOSTE, W. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart. I. Text (673 pp) u. II. Tafelbd, 1978.

KUMAR, Ram; HWANG, Jiang-Shiou. Larvicidal efficiency of aquatic predators: a perspective for mosquito biocontrol. *Zoological Studies*, v. 45, n. 4, p. 447-465, 2006.

LAHA, M.; MATTINGLY, H. T. Ex situ evaluation of impacts of invasive mosquitofish on the imperiled Barrens topminnow. *Environmental Biology of Fishes*, v. 78, n. 1, p. 1-11, 2007.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná legreRiver floodplain: interannual variation from long-term studies. Brazilian Journal of Biology, v. 69, p. 539-549, 2009.

LEGRESLEY, M.; MCDERMOTT, G. Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis-haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. UNESCO (IOC manuals and guides), v. 55, p. 25-30, 2010.

LYNCH, Abigail J. et al. People need freshwater biodiversity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, v. 10, n. 3, p. e1633, 2023.

MAASRI, Alain et al. A global agenda for advancing freshwater biodiversity research. *Ecology Letters*, v. 25, n. 2, p. 255-263, 2022.

MANTOVANO, Tatiane et al. A global analysis of the susceptibility of river basins to invasion of a freshwater zooplankton (Daphnia lumholtzi). *Freshwater Biology*, v. 66, n. 4, p. 683-698, 2021.

MAZZA, Giuseppe et al. Biological invaders are threats to human health: an overview. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 26, n. 2-3, p. 112-129, 2014.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 64
Mov. 3

MEYERSON, Laura A.; MOONEY, Harold A. Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5, n. 4, p. 199-208, 2007.

MONTÚ, M.; GLOEDEN, I. M. Atlas dos cladocera e copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). Universidade Federal do Paraná, 1986.

MORTON, R. M.; BEUMER, J. P.; POLLOCK, B. R. Fishes of a subtropical Australian saltmarsh and their predation upon mosquitoes. *Environmental Biology of Fishes*, v. 21, n. 3, p. 185-194, 1988.

NUNES, A. H. et al. The vicinity of reservoirs and type of environment contribute to the occurrence of an exotic cladoceran, Daphnia lumholtzi (Sars, 1885), in a neotropical drainage basin. *International Review of Hydrobiology*, v. 106, n. 3-4, p. 173-182, 2021.

NUNES, Pedro et al. Modelling the invasion dynamics of the African citrus psyllid: The role of human-mediated dispersal and urban and peri-urban citrus trees. *NeoBiota*, v. 84, p. 369-396, 2023.

OLDEN, Julian D. et al. There's more to fish than just food: Exploring the diverse ways that fish contribute to human society. *Fisheries*, v. 45, n. 9, p. 453-464, 2020.

PACE, Michael L. et al. Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, v. 14, n. 12, p. 483-488, 1999.

PERBICHE-NEVES, G. et al. Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America). ZooKeys, n. 497, p. 1, 2015.

PEREIRA, Felipe Walter; VITULE, Jean Ricardo Simões. The largemouth bass Micropterus salmoides (Lacepède, 1802): impacts of a powerful freshwater fish predator outside of its native range. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 29, n. 3, p. 639-652, 2019.

PEREIRA, Helena Apparecida dos Santos Lima. Contribuição ao conhecimento da ação algicida do sulfato de cobre, em especial sobre a cianofícea Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner. 1978.

PREVIATTELLI, D. Sistematica do genero Argyrodiaptomus Brehm, 1933 (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae). 2006.

PYŠEK, Petr et al. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, v. 95, n. 6, p. 1511-1534, 2020.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 65
Mov. 3

REID, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Boletim de Zoologia, v. 9, n. 9, p. 17-143, 1985.

RIBEIRO, V. M. et al. Evaluation of three capture techniques for invasive Micropterus salmoides (Lacépède, 1802) in a Neotropical reservoir: implications for population control and management. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 31, n. 6, p. 1127-1129, 2015.

RIBEIRO, V. Micropterus salmoides, um predador introduzido em um reservatório neotropical. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, 2013.

SENDACZ, MSuzana; EDISON, KUBO. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Pesca, v. 9, n. Ãºnico, p. 51-89, 1982.

SEGERS, Hendrik. An analysis of taxonomic studies on Rotifera: a case study. Hydrobiologia, v. 387, n. 0, p. 9-14, 1998.

SERIEYSSOL, Karen K. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable habitats. 2012.

SIMBERLOFF, Daniel et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*, v. 28, n. 1, p. 58-66, 2013.

SOTO, Ismael et al. Using species ranges and macroeconomic data to fill the gap in costs of biological invasions. *Nature Ecology & Evolution*, p. 1-10, 2025.

UNDERWOOD, A. J. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications*, v. 4, n. 1, p. 3-15, 1994. DOI: https://doi.org/10.2307/1942110.

VAN DAM, A. R.; WALTON, W. E. Comparison of mosquito control provided by the arroyo chub (*Gila orcutti*) and the mosquitofish (*Gambusia affinis*). *Journal of the American Mosquito Control Association*, v. 23, n. 4, p. 430-441, 2007.

VIDELER, J. J.; WARDLE, C. S. Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 1, p. 23-40, 1991. DOI: https://doi.org/10.1007/BF00042660.

VITOUSEK, Peter M. et al. Biological invasions as global environmental change. *American scientist*, v. 84, n. 5, p. 468-478, 1996.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**

PROTOCOLO INTEGRADO DO ESTADO
Fls. 66
Mov. 3

VITULE, Jean RS; PELICICE, Fernando M. Care needed when evaluating the contributions of non-native species. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 38, n. 6, p. 499-500, 2023.

WATSON, R. T. et al. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Bonn, Germany: IPBES secretariat, 2019.

WOELKERLING, W. J.; KOWAL, R. R.; GOUGH, S. B. Sedgwick-rafter cell counts: a procedural analysis. Hydrobiologia, v. 48, p. 95-107, 1976.

Inserido ao protocolo **24.936.989-6** por: **Juliani Giselli Prestes** em: 04/11/2025 14:46. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: **https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento** com o código: **ac86d52f06f47a395e8a6915311c7a3e**