

RELATÓRIO ANUAL



PRÓ-PARDO

ABRIL 2024 - ABRIL 2025



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA

14326481/2023

PROCESSO SEI ICMBIO

02031.000142/2022-59

COMITÊ GESTOR



FERNANDO ROCCHETTI DOS SANTOS
CLÁUDIO CAZAL DE ARAÚJO LIRA



FABIO PORTO FORESTI
DIOGO TERUO HASHIMOTO



PATRICIA BOURGUIGNON SOARES
ARMANDO BIONDO FILHO

Gestão Financeira

GERENTE DE PROJETO

JOSI PONZETTO

COORDENAÇÃO

CARLA NATACHA MARCOLINO POLAZ

ICMBio/CEPTA

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	01
OBJETIVOS.....	05
AÇÃO 1 - METAGENÔMICA.....	07
AÇÃO 2 - LIMNOLOGIA.....	37
AÇÃO 3 - REPRODUÇÃO.....	68
AÇÃO 4 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL..	83
AÇÃO 5 - PLANO DE AÇÃO.....	94
AÇÃO 6 - APOIO OPERACIONAL....	105
PRÓXIMOS PASSOS.....	109
BIBLIOGRAFIA.....	112

INTRODUÇÃO

A região Neotropical, que se estende do sul do México à Argentina e abrange importantes bacias hidrográficas brasileiras como a do Alto Paraná, detém a maior diversidade de ictiofauna do planeta, com aproximadamente 9.100 espécies (Reis et al., 2016). O rio Pardo, um dos principais cursos d'água da bacia do Alto Paraná e crucial para a região noroeste do estado de São Paulo, reflete essa biodiversidade. Contudo, essa riqueza está sob diversas fontes de ameaças, na forma de barramentos e desastres naturais, como o derramamento de melão da Usina da Pedra em 2003. A lacuna de informações sobre o impacto dessas ações na ictiofauna local evidencia a urgência de programas de conservação.

Nesse cenário, estudos de ictioplâncton são fundamentais para compreender a biologia reprodutiva dos peixes, identificando áreas e períodos de reprodução, rotas migratórias e sucesso de recrutamento. Essas informações são cruciais para o monitoramento ecológico, avaliação de impactos ambientais e desenvolvimento de planos de conservação e manejo. Metodologias avançadas, como o metabarcoding, permitem a identificação rápida e eficaz de múltiplas espécies a partir de um pool de DNA, sendo comprovadamente aplicáveis em estudos de conservação, desde levantamentos de fauna até a identificação de espécies invasoras por meio de DNA ambiental (Ficetola et al., 2008).

Alterações no ambiente aquático, sejam elas físico-químicas ou na fauna e flora, impactam diretamente o ecossistema. A diminuição da diversidade é frequentemente resultado de impactos antrópicos decorrentes dos múltiplos usos da água (Tundisi, 2003). Os peixes, por serem altamente sensíveis às condições do ecossistema, atuam como valiosos indicadores da integridade biológica e do estado de conservação dos ambientes aquáticos (Simon & Lyons, 1995). O conhecimento das características da água é essencial para entender o comportamento migratório e reprodutivo dos peixes, que são desencadeados por estímulos ambientais específicos. Portanto, a integridade dos parâmetros físico-químicos em locais de recrutamento e berçários está intrinsecamente ligada à manutenção da biodiversidade aquática de um ecossistema.

Os sistemas hidrográficos são vulneráveis às mudanças ambientais, o que compromete a ictiofauna (GODINHO & KYNARD, 2009), e um de seus efeitos é a diminuição do patrimônio ictiogenético (BARLETTA et al., 2010). O derramamento de melaço em 2003 no rio Pardo, município de Serrana/SP, resultou em incontáveis prejuízos ecológicos e motivou o projeto “Programa para Conservação *in situ* e *ex situ* da Biodiversidade Aquática do Rio Pardo” (Pró-Pardo). Esse projeto tem como premissa básica compreender a dinâmica populacional da ictiofauna no ecossistema do Rio Pardo. Uma de suas ações é a proposição de um programa inovador para a conservação de espécies ameaçadas, com destaque para a espécie surubim-letra (*Steindachneridion scriptum*), classificada como "Em Perigo".

Diante dessa realidade, são necessárias estratégias de conservação sinérgicas. Nesse contexto, o Pró-Pardo está estruturado em diferentes ações, desde o levantamento da biodiversidade de ictioplânctons, avaliação das características limnológicas, formação de banco genético e desenvolvimento de técnicas reprodutivas para a conservação de espécies como o surubim-letra *Steindachneridion scriptum*, ações de educação ambiental e apoio ao Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies de Peixes Ameaçadas de Extinção da Bacia do Alto Rio Paraná (PAN Alto Paraná).

Embora a conservação *in situ* seja preferencial, a deterioração progressiva do ambiente tem levado ao aumento de espécies ameaçadas. Nesse cenário, a implementação simultânea de bancos genéticos *ex situ*, tanto na forma *in vivo* quanto *in vitro*, são cruciais para complementar ações *in situ* e garantir a sobrevivência de espécies em risco de extinção (COMIZZOLI & HOLT, 2014).

Além disso, a ação voltada a Educação Ambiental tem possibilitado a restauração não apenas dos ecossistemas, mas também das relações sociais e a consciência crítica sobre a preservação dos recursos hídricos.

Em sinergia com essas estratégias de conservação, o PAN Alto Paraná, coordenado pelo ICMBio/CEPTA, também é um instrumento importante que estabelece estratégias de conservação para 35 espécies de peixes ameaçadas e quase ameaçadas na bacia do Alto Paraná, organizadas em 28 ações focadas em restauração hidrológica, preservação de trechos de rios, prevenção de impactos, e conservação de habitats. Das 35 espécies-alvo

do PAN Alto Paraná, 14 têm registro na bacia do rio Pardo, incluindo seis espécies ameaçadas nacionalmente.

A implementação do PAN, iniciada em 2024, interage diretamente com o Pró-Pardo, recebendo apoio para coordenação, gestão, atividades de campo e educação ambiental. Essa colaboração entre o Pró-Pardo e o PAN Alto Paraná visa aprimorar as informações sobre as espécies aquáticas do rio Pardo e implementar melhores práticas de conservação, contribuindo para a redução do risco de extinção.

Por fim, a ação de suporte de infraestrutura visa oferecer melhores condições para as tarefas de campo, coletas científicas, atividades de divulgação e aprimoramento da estrutura do ICMBio/CEPTA, para recebimento de peixes e equipes de pesquisadores, contribuindo para a conservação geral do parque científico.

OBJETIVO GERAL

Executar um programa para conservação “in situ” e “ex situ” da biodiversidade aquática do Rio Pardo, estado de São Paulo, por meio de estudos relacionados à biodiversidade do ictioplâncton, caracterização limnológica do rio, aplicação da biotecnologia da reprodução, execução de ações de educação ambiental e apoio à implementação do Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Peixes da Bacia do Alto rio Paraná

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a biodiversidade de ictioplâncton do Médio e Baixo Rio Pardo, Bacia do Alto Paraná, por meio de técnicas genéticas e genômicas.

2. Avaliar parâmetros físicos e químicos da água, em um trecho do rio Pardo para subsidiar as ações de tomadas de decisões sobre áreas de desova e recrutamento das espécies de peixes reofílicos no médio e baixo rio Pardo, correlacionando com os resultados do ictioplâncton.

3. Implementar um programa de conservação e banco genético, utilizando tecnologias avançadas em peixes ameaçados de extinção para o surubim letra *Steindachneridion scriptum*.

4. Formar educadores ambientalmente conscientes e atuantes e realizar atividades periódicas com a rede de ensino formal e não formal, colaborando para a construção de uma consciência crítica dos problemas ambientais, com o apoio das populações de bairros ribeirinhos, guias turísticos, coletivos educadores e agricultores da bacia hidrográfica do Rio Pardo

5. Apoio à elaboração e implementação de um novo PAN com atuação em áreas estratégicas na bacia do Alto Paraná, dentre as quais a bacia do rio Pardo

6. Suporte operacional e de infraestrutura para todas as demais ações previstas, inclusive da própria estrutura do ICMBio/CEPTA e unesp.

AÇÃO 1

BIODIVERSIDADE DO ICTIOPLÂNCTON DO MÉDIO E BAIXO RIO PARDO, BACIA DO ALTO PARANÁ, COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES DE PEIXES COM ATIVIDADE REPRODUTIVA

COORDENADOR

FABIO PORTO FORESTI

EQUIPE

CAIO AUGUSTO GOMES GOES

CAROLINA H. DE SOUZA BORGES

CELMA GOMES DE LEMOS

DIOGO TERUO HASHIMOTO

EDUARDO M. BRAMBILLA

GABRIEL H. DE LIMA FRANKIN

GABRIELA IDALINE DE FREITAS

GIOVANA COUTO MARTINELLI

HENRIQUE TADAKA UEHARA

JOHN F. GOMEZ AGUDELO

KEVIN KYOSHI TOLDO MAKIYA

LUISA ALVES DA SILVA

MARIA EDUARDA RODRIGUES MELO

MEL AYUMI TAMADA SILVA

NATALIA DOS SANTOS

RICARDO UTSUNOMIA

VALDECIR FERNANDES DE LIMA

VITOR ITALIANO VIDAL

1. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

1.1 AMOSTRAGEM

As coletas são realizadas em cinco pontos ao longo do rio Pardo (Figura 1.1), localizados a jusante da usina hidrelétrica de Itaipava, e em um ponto no rio Mogi Guaçu. Durante o período analisado no relatório, as expedições de campo para a coleta de ictioplâncton foram conduzidas quinzenalmente, abrangendo a estação chuvosa e o período reprodutivo dos peixes (outubro a fevereiro). Essas atividades foram realizadas em conjunto com a medição de parâmetros físico-químicos e a coleta de amostras para análise da qualidade da água em cada ponto.

Os locais de coleta foram selecionados com base nas características físicas do rio, bem como na facilidade de acesso e operacionalização das coletas. Para mais detalhes sobre os pontos de coleta, consulte a Tabela 1.1.

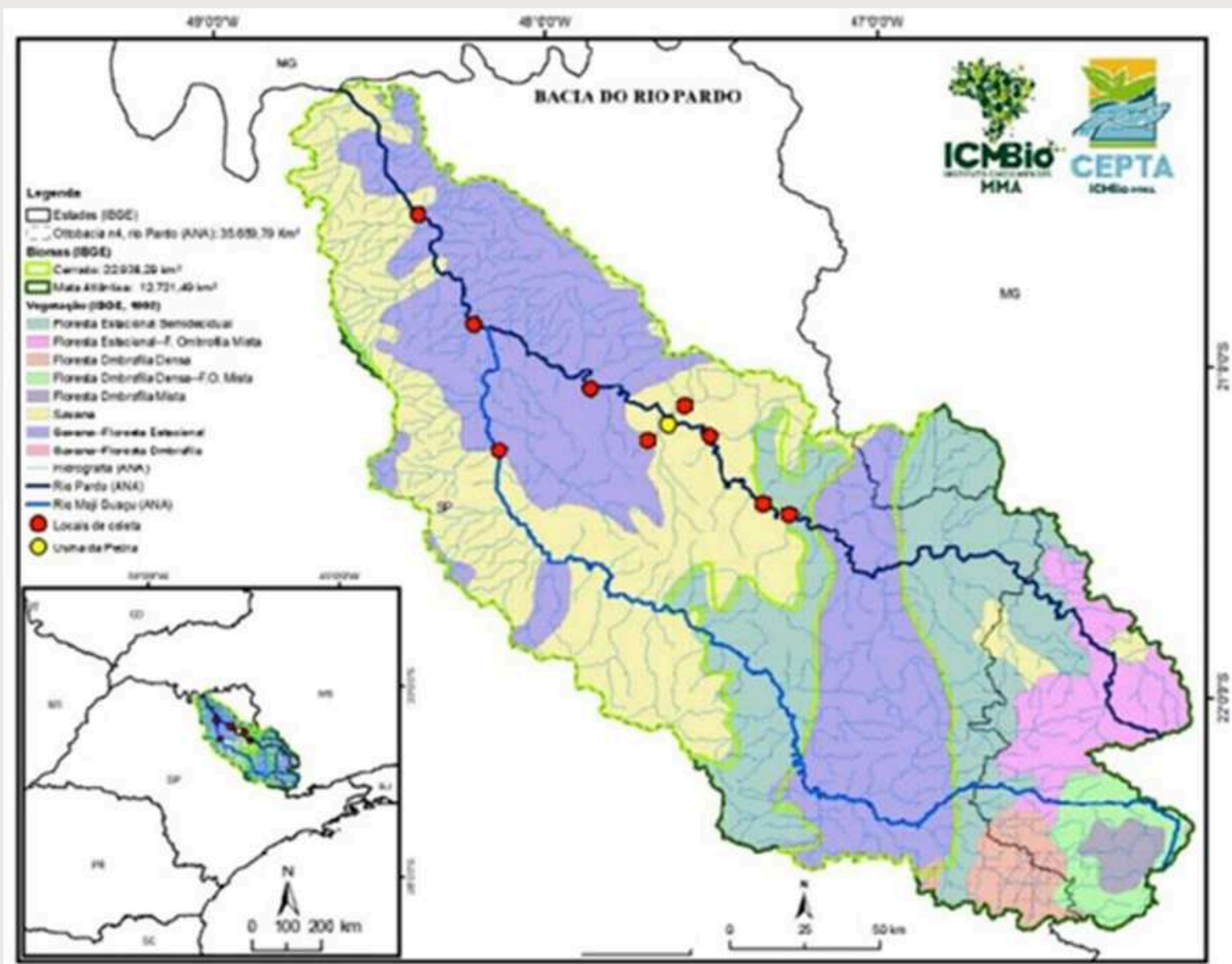


Figura 1.1: Mapa indicando os cinco pontos de coleta no rio Pardo e o ponto de coleta no rio Mogi Guaçu, ambos localizados na bacia do Alto-Paraná.

Tabela 1.1. Ponto de coleta, coordenada geográfica, município em que se localiza e importância.

Ponto	Coordenada geográfica	Município (SP)	Importância
1	21°21'24.1"S 47°24'33.0"W	Cajuru	Ponto mais próximo da Usina Hidrelétrica de Itaipava.
2	21°14'38.8"S 47°29'02.8"W	Serra Azul	-
3	21°08'39.8"S 47°38'54.9"W	Serrana	Ponto a montante de Ribeirão Preto (SP) e onde ocorreu o acidente ambiental da Usina da Pedra S/A.
4	21°03'31.8"S 47°52'55.2"W	Cruz das Posses	Ponto a jusante de Ribeirão Preto (SP).
5	20°36'54.6"S 48°20'07.2"W	Jaborandi	Ponto a jusante do encontro dos rios Pardo e Mogi Guaçu.
Mogi	21°07'16.5"S 48°11'21.9"W	Pitangueiras	Ponto no rio Mogi Guaçu localizado a montante do seu encontro com o rio Pardo.
Tamanduá	21°09'26.7"S 47°39'44.0"W	-	Córrego Tamanduá, tributário do rio Pardo
Montante Itaipava	21°25'37.7"S 47°19'22.1"W	Itaipava	Ponto a montante da Hidrelétrica de Itaipava
Adão	21°08'27.7"S 47°36'37.6"W	-	Córrego Adão, tributário do rio Pardo

O primeiro ciclo de coleta foi realizado duas vezes por mês, entre os meses de outubro de 2023 e março de 2024, coincidindo com o período de chuvas que leva a reprodução dos animais (Bialetzki et al. 2005; Reynalte-Tataje et al. 2011; Lopes et al. 2014). Seguindo a mesma lógica, o segundo ciclo de coleta foi realizado entre os meses de outubro de 2024 e março de 2025, com a adição de três localidades: Itaipava, Adão e Tamanduá. Os pontos Adão e Tamanduá, bem como Mogi, são importantes tributários do rio Pardo e foram adicionados a esse estudo com o objetivo de avaliarmos qual é a importância desses rios para o recrutamento de peixes do rio Pardo. Diversos estudos científicos demonstram que os peixes utilizam estes tributários como rotas alternativas para migração reprodutiva e encontram habitats essenciais para desova e crescimento de larvas e juvenis (Vianna e Nogueira 2008; Reynalte-Tataje et al. 2011; Marques et al. 2018; Lopes e Zaniboni-Filho 2019).

Já em relação ao ponto Itaipava, este foi incluído com o objetivo de comparar o ictioplâncton encontrado nesse ponto (montante da PCH Itaipava) com os demais pontos do projeto (todos a jusante da PCH Itaipava). Barramentos de rio atuam como barreiras físicas e podem influenciar a reprodução dos peixes e dispersão de ovos e larvas (Brambilla et al., 2022).

A amostragem foi feita de forma passiva, no período noturno, devido aos animais terem maior atividade reprodutiva durante a noite (Vianna e Nogueira 2008; Silva et al. 2017). As coletas foram realizadas utilizando redes cilíndrico-cônicas, com malhas de 500 μm e 1,5 m de comprimento. As redes foram submersas a aproximadamente 20 cm de profundidade, e mantidas no fluxo de água por 10 minutos, visando capturar ovos e larvas que estejam à deriva (Figura 1.2).

As amostras foram imediatamente fixadas em etanol absoluto até o protocolo de extração de DNA, visando a boa qualidade do material genético a ser obtido. Todas as amostras foram coletadas em duplicatas e, na data de elaboração deste relatório, os dois ciclos de coletas propostos foram completados.

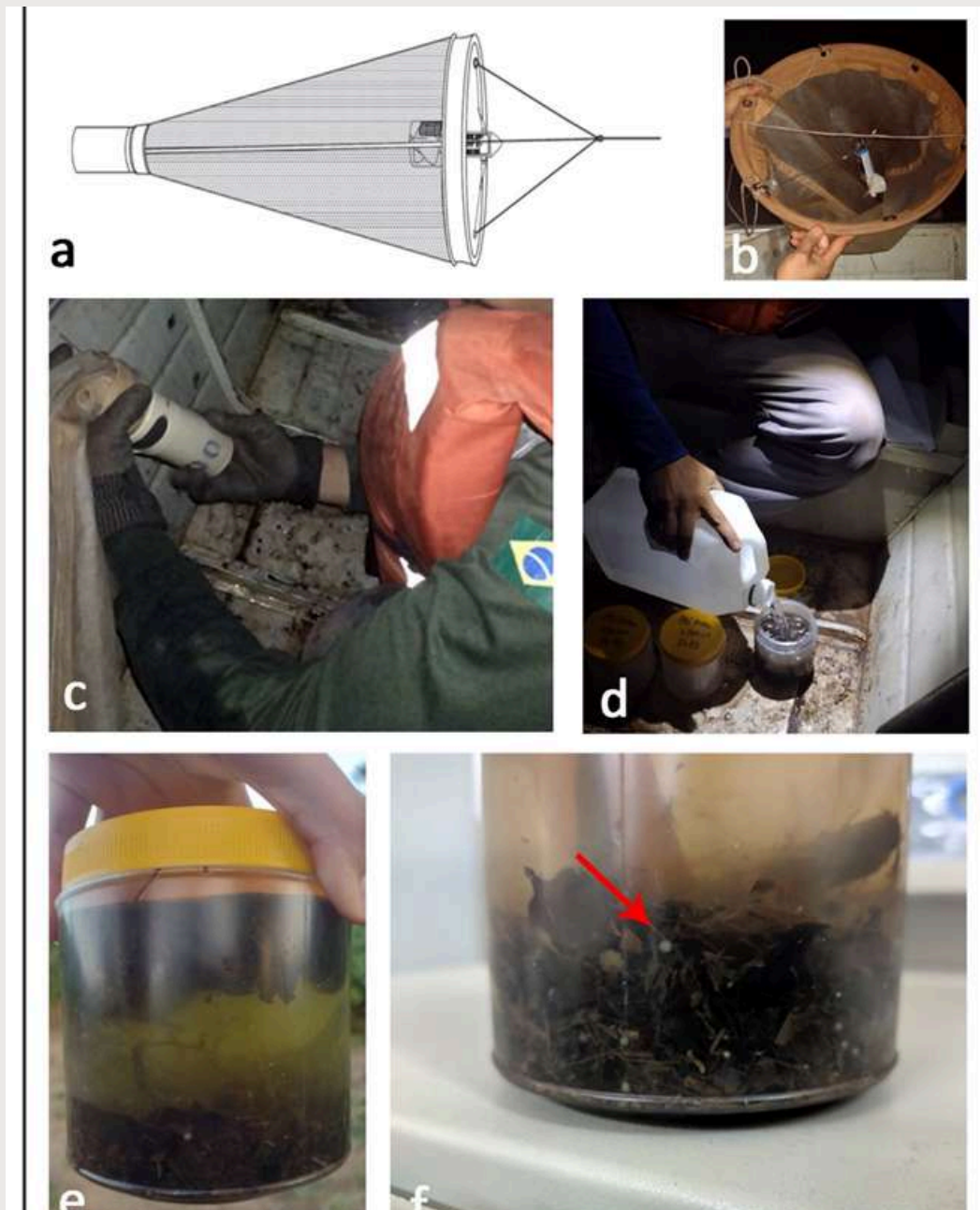


Figura 1.2: Etapas da amostragem realizada. Esquema demonstrativo da rede de coleta de ictioplâncton utilizada (a), e sua circunferência (b). Após a coleta, a rede é lavada e o material concentrado em um frasco (c), e imediatamente fixado em etanol absoluto (d). Os frascos resultantes (e) são levados ao laboratório, para as triagens dos ovos e larvas. É possível visualizar o material fixado, como o ovo destacado em (f).

1.2 TRIAGEM DO MATERIAL DISTRIBUIÇÃO DOS OVOS E LARVAS

Após a chegada do material em laboratório, é realizado um processo de pré-triagem visando descartar fragmentos de folhas, gravetos e sedimentos maiores, que dificultam a identificação do ictioplâncton presente em casa amostra. Para isso, são utilizadas peneiras com malhas de 4 mm e 0,5 mm (Figura 1.3), que permitem o descarte desse material e a retenção dos ovos e larvas.

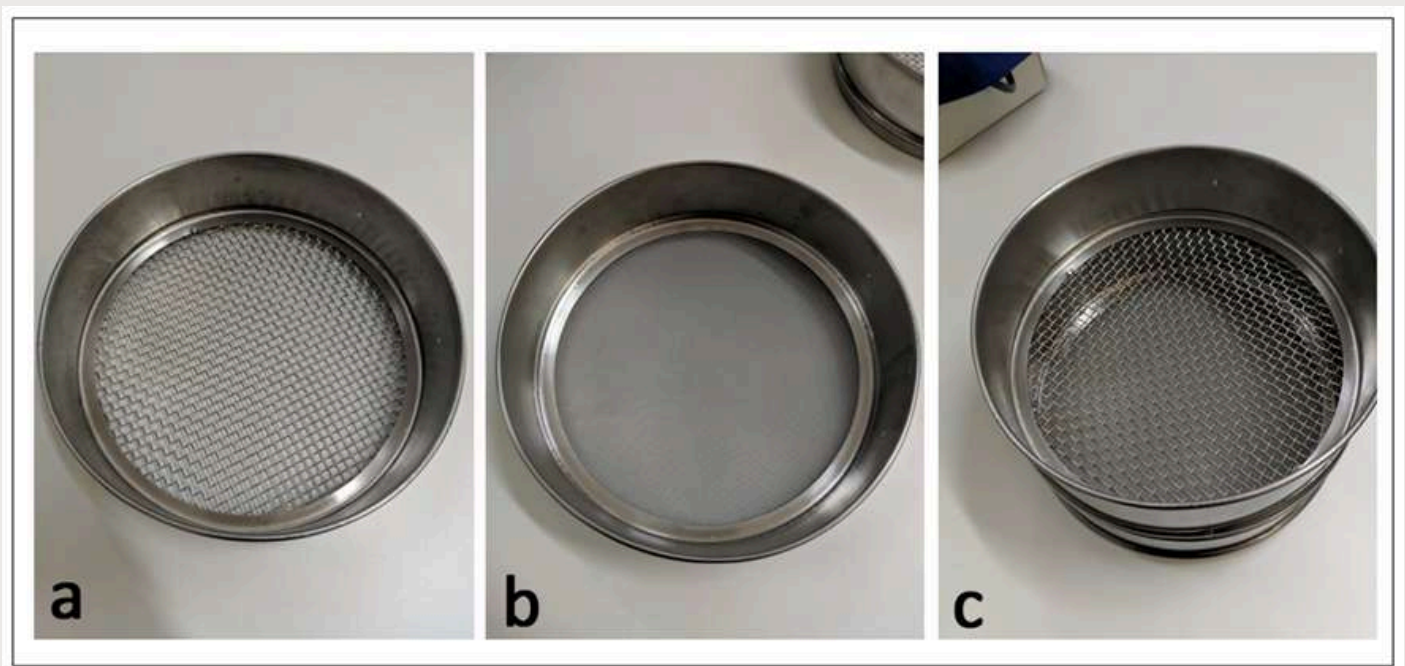


Figura 1.3: Peneiras utilizadas para a pré-triagem do material amostrado, que variam de 4 mm (a) até 0,5 mm (b). Combinação dessas duas peneiras (c) permite o descarte de fragmentos maiores e a retenção de ovos e larvas de peixes.

Após a pré-triagem, o material é transferido para placas de Bogorov, onde os ovos e larvas foram separados dos sedimentos, com o auxílio de lupas Leica M50 (Leica Microsystems) (Figura 1.4). Todo o ictioplâncton identificado foi fixado em tubos de microcentrífuga de 1.5 ml, em etanol absoluto, e identificados com um código que remete a data

de coleta e ao ponto de coleta. Até o momento, a triagem do material vindo do primeiro ciclo de coletas foi finalizada, com um total de 7680 ovos e 1097 larvas foram identificados (Tabela 1.2). A triagem do material provindo do segundo ciclo de coletas teve início em março de 2025, e até o momento 610 ovos e 69 larvas foram amostrados.

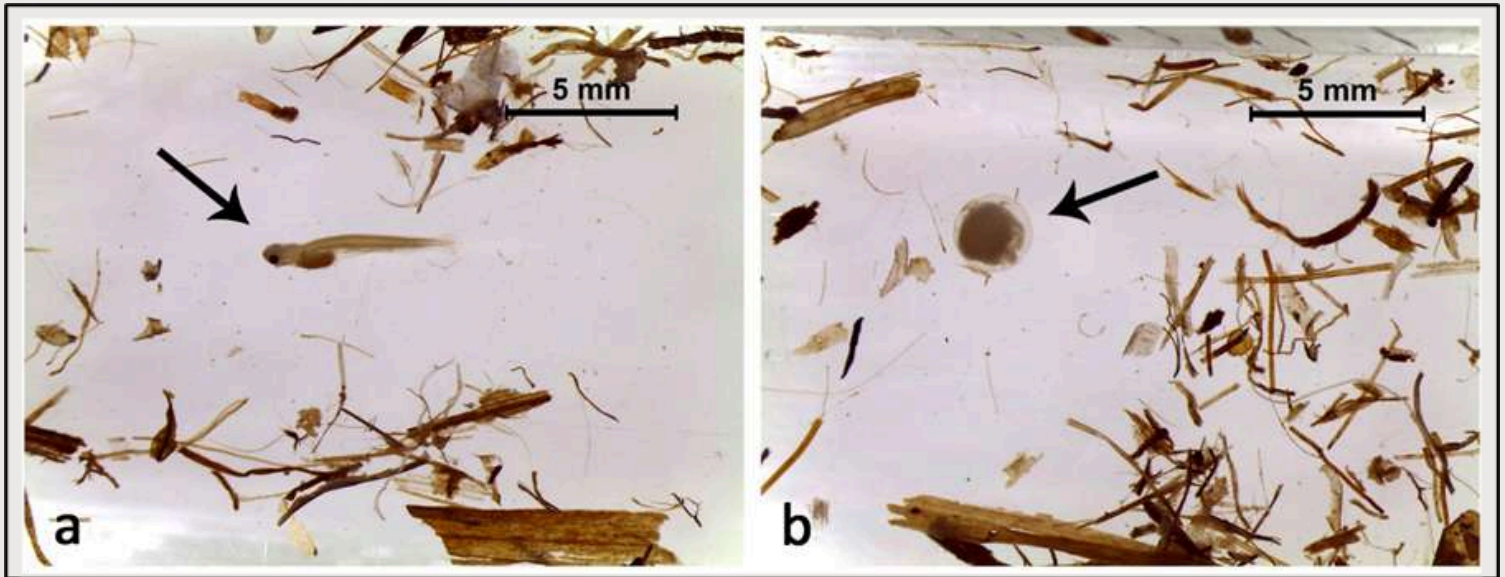


Figura 1.4: Exemplo de larva (a) e ovo (b) encontrados nas amostras obtidas.

Tabela 1.2. Ovos e larvas triados, por ponto de coleta.

Local de coleta	Ponto	Quinzena / Mês	Larvas	Ovos
Rio Pardo	1	1 ^a /outubro	1	11
Rio Pardo	2	1 ^a /outubro	3	302
Rio Pardo	3	1 ^a /outubro	1	166
Rio Pardo	4	1 ^a /outubro	0	85
Rio Pardo	5	1 ^a /outubro	0	5
Rio Pardo	1	2 ^a /outubro	0	3
Rio Pardo	2	2 ^a /outubro	0	2
Rio Pardo	3	2 ^a /outubro	0	36
Rio Pardo	4	2 ^a /outubro	0	9
Rio Pardo	5	2 ^a /outubro	2	1
Rio Mogi Guaçu	1	1 ^a /novembro	22	1
Rio Pardo	1	1 ^a /novembro	0	99
Rio Pardo	2	1 ^a /novembro	1	101
Rio Pardo	3	1 ^a /novembro	3	23
Rio Pardo	4	1 ^a /novembro	0	4
Rio Pardo	5	1 ^a /novembro	1	39
Rio Mogi Guaçu	1	2 ^a /novembro	74	30
Rio Pardo	1	2 ^a /novembro	1	38
Rio Pardo	2	2 ^a /novembro	4	125
Rio Pardo	3	2 ^a /novembro	5	469

Local de coleta	Ponto	Quinzena / Mês	Larvas	Ovos
Rio Pardo	4	2ª/novembro	0	26
Rio Pardo	5	2ª/novembro	4	40
Rio Mogi Guaçu	1	1ª/dezembro	20	3
Rio Pardo	1	1ª/dezembro	171	626
Rio Pardo	2	1ª/dezembro	17	306
Rio Pardo	3	1ª/dezembro	8	404
Rio Pardo	4	1ª/dezembro	20	429
Rio Pardo	5	1ª/dezembro	6	931
Rio Mogi Guaçu	1	2ª/dezembro	12	10
Rio Pardo	1	2ª/dezembro	25	130
Rio Pardo	2	2ª/dezembro	13	67
Rio Pardo	3	2ª/dezembro	54	39
Rio Pardo	4	2ª/dezembro	359	307
Rio Pardo	5	2ª/dezembro	2	2
Rio Pardo	1	1ª/janeiro	9	8
Rio Pardo	2	1ª/janeiro	8	311
Rio Pardo	3	1ª/janeiro	3	5
Rio Pardo	4	1ª/janeiro	6	258
Rio Pardo	5	1ª/janeiro	6	309
Rio Mogi Guaçu	1	2ª/janeiro	49	11
Rio Pardo	1	2ª/janeiro	18	202
Rio Pardo	2	2ª/janeiro	17	265
Rio Pardo	3	2ª/janeiro	21	84

Local de coleta	Ponto	Quinzena / Mês	Larvas	Ovos
Rio Pardo	4	2ª/janeiro	22	60
Rio Pardo	5	2ª/janeiro	49	48
Rio Mogi Guaçu	1	1ª/fevereiro	1	1
Rio Pardo	1	1ª/fevereiro	7	18
Rio Pardo	2	1ª/fevereiro	8	57
Rio Pardo	3	1ª/fevereiro	4	78
Rio Pardo	4	1ª/fevereiro	5	13
Rio Pardo	5	1ª/fevereiro	5	1
Rio Mogi Guaçu	1	2ª/fevereiro	0	1
Rio Pardo	1	2ª/fevereiro	5	297
Rio Pardo	2	2ª/fevereiro	2	124
Rio Pardo	3	2ª/fevereiro	2	341
Rio Pardo	4	2ª/fevereiro	0	226
Rio Pardo	5	2ª/fevereiro	0	0
Rio Mogi Guaçu	1	1ª/março	0	0
Rio Pardo	1	1ª/março	0	41
Rio Pardo	2	1ª/março	4	37
Rio Pardo	3	1ª/março	14	4
Rio Pardo	4	1ª/março	1	10
Rio Pardo	5	1ª/março	2	1

A quantidade de ovos variou significativamente ao longo dos meses, com um pico de coleta em dezembro e uma redução acentuada em março. No total, foram registrados 7623 ovos nos pontos do Rio Pardo, com média de 693 ovos por amostra, com máximo de 931 e mínimo de 0 ovos (Tabela 1.3).

Tabela 1.3: Quantidade de ovos coletados entre os meses de outubro e março no Rio Pardo.

Campanha	Quantidade de ovos	Max	Min	Média
1ª/outubro	569	302	5	113,8
2ª/outubro	51	36	1	10,2
1ª/novembro	266	101	4	53,2
2ª/novembro	698	469	26	139,6
1ª/dezembro	2696	931	306	539,2
2ª/dezembro	545	307	2	109
1ª/janeiro	891	311	5	178,2
2ª/janeiro	659	265	48	131,8
1ª/fevereiro	167	78	1	33,4
2ª/fevereiro	988	341	0	197,6
1ª/março	93	37	1	18,6
Resumo	7623	931	0	693

Foram coletadas no total 919 larvas no Rio Pardo, com média de 16.7 larvas por campanha, com máximo de 359 e mínimo de 0 larvas amostradas. A abundância de larvas seguiu um padrão semelhante ao dos ovos, apresentando um aumento progressivo até dezembro, e uma redução nos meses subsequentes. Esta variação pode estar associada aos ciclos

reprodutivos das espécies e ao regime de chuvas, que influencia os períodos de desova dos peixes (Tabela 1.4).

Tabela 1.4: Quantidade de larvas coletados entre os meses de outubro e março no Rio Pardo.

Campanha	Quantidade de larvas	Max	Min	Média
1ª/outubro	5	3	0	1
2ª/outubro	2	2	0	0,4
1ª/novembro	5	3	0	1
2ª/novembro	14	5	0	2,8
1ª/dezembro	222	171	6	44,4
2ª/dezembro	453	359	2	90,6
1ª/janeiro	32	9	3	6,4
2ª/janeiro	127	49	17	25,4
1ª/fevereiro	29	8	4	5,8
2ª/fevereiro	9	5	0	1,8
1ª/março	21	14	0	4,2
Resumo	919	359	0	16,7

Para uma análise mais apropriada da quantidade de ovos e larvas capturados durante as amostragens, realizamos os cálculos de densidade baseado na quantidade de litros de água filtrada, expresso em $10m^3$, durante as amostragens, conforme demonstrado nas tabelas 1.5 e 1.6 e figura 1.5.

Tabela 1.5: Densidade (indivíduos/10m³) de ovos e larvas amostrados nos 6 pontos de coleta, durante o ciclo 1, em conjunto com as médias dos parâmetros de qualidade de água produzidos na ação 2, no período de chuvas. ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L).

Ponto	Ovos	Larvas	Volume (M3)	Densidade dos ovos	Densidade das larvas (ind./10m ³)	Transparência	Temperatura	ph	ORP	Cond.	Turbi dez	OD	SDTi
P1	1473	237	695,5	21,18	3,41	95,22	23,94	8,68	247,56	0,22	26,06	7,18	0,15
P2	1697	77	704,4	24,09	1,09	81,11	23,51	8,61	246,11	0,22	49,58	6,99	0,15
P3	1649	115	606,2	27,2	1,9	86,33	23,19	8,53	251,89	0,19	40,28	7,19	0,12
P4	1427	414	572,3	24,93	7,23	79,56	23,57	8,5	250,78	0,29	43,14	6,3	0,19
P5	1377	77	634,1	21,71	1,21	83,44	23,9	8,59	216,33	0,27	36,62	6,83	0,18
Mogi	57	178	424,6	1,34	4,19	35,17	28,21	8,05	243,33	0,25	85,73	5,14	0,17

Tabela 1.6: Densidade (indivíduos/10m³) de ovos e larvas amostrados em cada quinzena, durante o ciclo 1.

Ponto	Ovos	Larvas	Volume (M3)	Densidade dos ovos (ind./10m ³)	Densidade das larvas (ind./10m ³)
O1	11	1	86,2	1,28	0,12
O2	3	0	74,6	0,4	0
N1	99	0	56,9	17,4	0
N2	38	1	60,6	6,28	0,17
D1	626	171	58	107,94	29,48
D2	130	25	58,1	22,36	4,3
J1	8	9	82,2	0,97	1,09
J2	202	18	55,2	36,62	3,26
F1	18	7	65,3	2,76	1,07
F2	297	5	61	48,72	0,82
M2	41	0	37,4	10,95	0

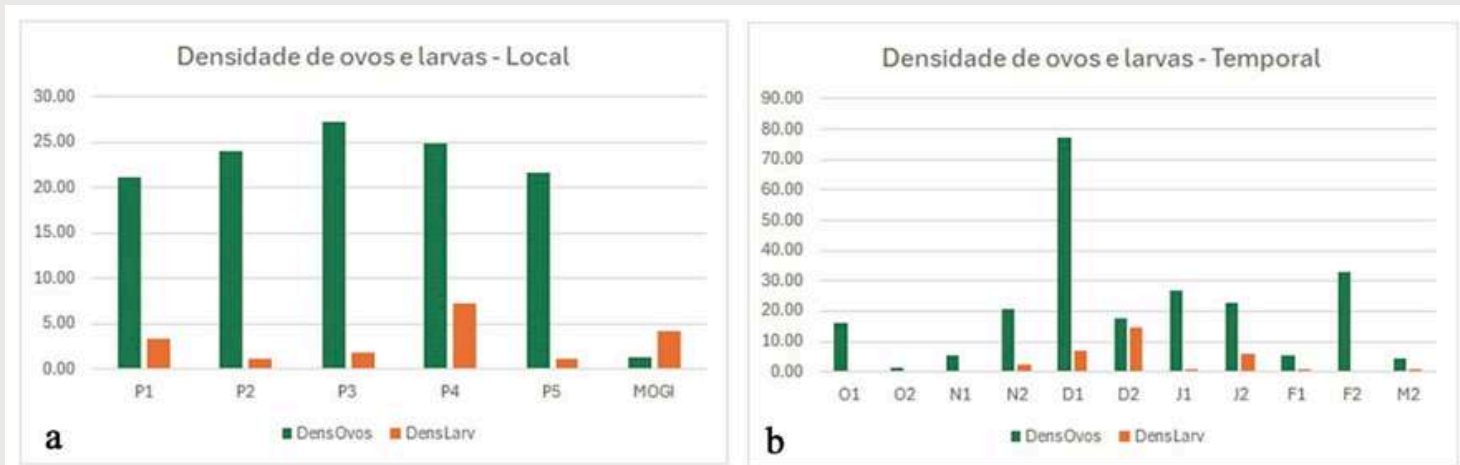


Figura 1.5: Gráficos demonstrativos da densidade (indivíduos/10m³) de ovos e larvas observada em cada ponto de coleta (a) e em cada quinzena de coleta (b).

A densidade de ovos manteve-se sempre maior do que a quantidade densidade de larvas, com exceção do que observamos no ponto de coleta no Rio Mogi. Devido ao comportamento reprodutivo das espécies, espera-se observar uma maior densidade de ovos a montante do rio, e devido da derivação desses ovos pela correnteza, a densidade de larvas tende a ser maior a jusante dos rios (Baumgartner et al. 2004, de Lima et al., 2003, Rosa et al. 2020). O ponto de coleta utilizado no rio Mogi representa a porção final desse curso d'água, justificando a maior densidade de larvas do que ovos. Entretanto, não observamos variações significativas na densidade de ovos quando analisamos os cinco pontos de coleta do Rio Pardo (Figura 1.5), o que caracteriza que o trecho amostrado possivelmente são hotspots de reprodução. O mesmo fenômeno já foi observado em outros rios da Bacia do Alto Paraná, como o rio Guareí, por exemplo (Azevedo-Santos et al., 2021). Este rio é um tributário do reservatório de Jurumirim, e observou-se um padrão consistente na densidade de ovos ao longo de toda calha do rio, durante dois ciclos reprodutivos (Azevedo-Santos et al., 2021), evidenciando a importância desse rio como local de desova de diferentes espécies demonstrando a importância

de manter inalterado o fluxo de água nesse local. Apesar de ainda serem necessários a análise aprofundada das amostras do ciclo 2, também não observamos variações espaciais significativas na densidade de ovos nos cinco pontos amostrados no rio Pardo, caracterizando a importância do rio Pardo como área de desova para muitas espécies, incluindo migradores de longa distância e espécies ameaçadas de extinção (veja os resultados na sessão 1.3).

Até o momento, os dados indicam que a densidade de ovos encontrada no presente trabalho é alta em relação a outros trabalhos de ictioplâncton na Bacia do Alto Paraná. A densidade mínima de ovos coletados no Rio Pardo foi encontrada no ponto 5 (21,71) e a maior no ponto 3 (27,20). Esses valores são mais abundantes do que os observados em outros locais, como os rios Pardo e Anduí, localizados no estado do Mato Grosso, em que a densidade de ovos varia entre 12 a 24 ovos/m³ (Lima et al., 2015). Os índices observados aqui também são mais significativos do que os observados no Rio Guareí (3,3 – 12,5 ovos/m³) (Azevedo-Santos et al., 2021), Rio Paraná (0 – 11 ovos/m³ – Gorgola et al., 2010; 0,26 – 1,68 ovos/m³ – Silva et al., 2017) e seus tributários (1,15 – 6,65 ovos/m³) (Silva et al., 2017).

Os dados gerados na ação 2 indicam que a transparência foi o único parâmetro que apresentou correlação significativa com a densidade de ovos e de larvas. Em ambos os casos, o coeficiente de correlação foi negativo, indicando que quanto menor a transparência da água, maior tende a ser a densidade de ovos e larvas. Este resultado pode estar relacionado ao aumento da matéria particulada em suspensão (turbidez) e/ou à presença de detritos orgânicos, que podem servir de alimento ou abrigo.

Os parâmetros pH, ORP, Condutividade Elétrica e Turbidez também apresentaram correlações significativas com a

densidade de larvas, todos com coeficiente de correlação positivo. O pH mais alto é comum em corpos d'água ricos em nutrientes, onde há grande crescimento de fitoplâncton, algas e cianobactérias. Portanto, esses resultados indicam que ambientes mais produtivos ou eutrofizados podem favorecer o desenvolvimento larval.

Os parâmetros limnológicos que apresentaram correlações significativas com as densidades de ovos e larvas estão intimamente relacionados com períodos de maior quantidade de chuva na região. As chuvas intensas provocam trocas de água, sedimentos e nutrientes que ocorrem devido às altas cargas de material externo da bacia de drenagem. Isso ocorre especialmente em rios de pequeno e médio porte, resultando, principalmente em níveis relativamente altos de turbidez e baixos de transparência da água (Brambilla et al., 2025). Essa alteração nos rios reduz significativamente a predação dos ovos e larvas de peixes, pois os predadores têm uma grande redução em sua visibilidade e sucesso na predação ((Sanchez et al., 2006; Suzuki & Pompeu, 2016; Brambilla et al, 2022).

Além disso, nossos dados evidenciam outras relações interessantes, como em Cruz das Posses, que apresentou uma alta taxa de larvas em relação aos demais pontos, além de uma menor transparência em relação aos outros pontos do Pardo, sugerindo apresentar condições favoráveis para o desenvolvimento larval. Todas as larvas coletadas passaram por um processo de identificação morfológica, visando diagnosticar o estágio de desenvolvimento de cada indivíduo. Esses dados serão aproveitados para estimar o período e hábito reprodutivo de cada espécie, através da quantificação do tempo que as larvas levam para chegar no

estágio de desenvolvimento observado.

Todas as larvas amostradas no rio Pardo foram identificadas, com a exceção de 4 indivíduos (2 na segunda quinzena de janeiro, 1 na primeira quinzena de fevereiro e 1 no mês de março) (Tabela 1.7). Os estágios de desenvolvimento observados foram: Larval vitelínico (LV), Pré Flexão (PrF), Flexão (F), Pós Flexão (PoF) e Juvenil (J). As larvas não identificadas encontram-se na coluna NI, da tabela 1.7.

Tabela 1.7: Estágio de desenvolvimento das larvas coletadas entre os meses de outubro e março no Rio Pardo.

Campanha	L	PrF	F	PoF	J	NI	Total
1ª/outubro	0	1	1	2	1	0	5
2ª/outubro	1	1	0	0	0	0	2
1ª/novembro	0	1	0	1	3	0	5
2ª/novembro	3	8	3	0	0	0	14
1ª/dezembro	185	27	9	0	1	0	222
2ª/dezembro	71	367	11	0	4	0	453
1ª/janeiro	12	14	6	0	0	0	32
2ª/janeiro	34	51	38	0	2	2	127
1ª/fevereiro	6	16	5	1	0	1	29
2ª/fevereiro	5	4	0	0	0	0	9
1ª/março	11	3	4	1	1	1	21
Total	328	493	77	5	12	4	919

Os estágios de desenvolvimento mais frequentes na amostra foram: Larval vitelínico (328 indivíduos) e Pré Flexão (493 indivíduos), correspondendo aos dois estágios iniciais de desenvolvimento em peixes (Figura 1.6). Observamos que o estágio de desenvolvimento das larvas é proporcional a cada do número de indivíduos amostrados, refletindo a

sobrevivência do ictioplâncton da região. A exceção é um pequeno aumento no número de juvenis amostrados (12) em relação aos animais em Pós Flexão (5).

Estágios de desenvolvimento - Rio Pardo

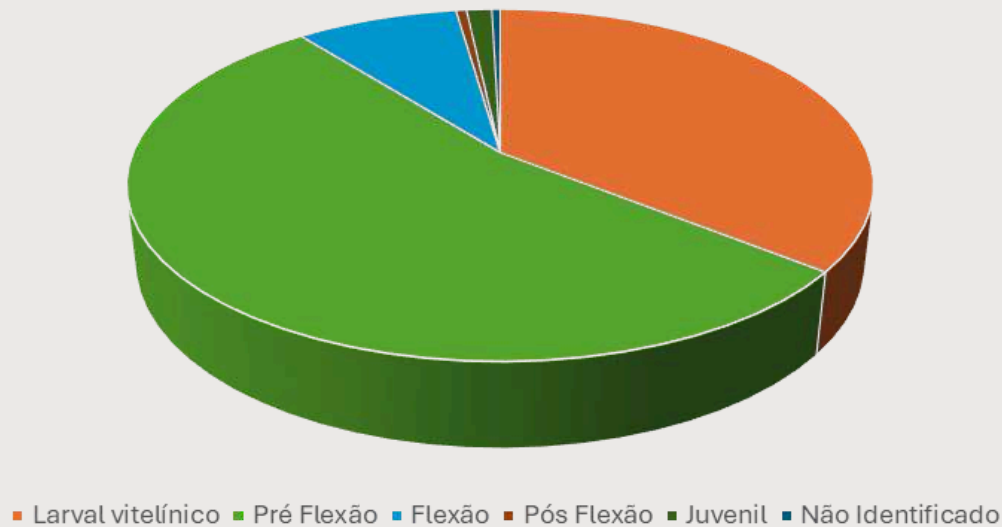


Figura 1.6: Estágio de desenvolvimento das larvas coletadas no rio Pardo.

1.3 ANÁLISES MOLECULARES

1.3.1 IDENTIFICAÇÃO GENÉTICA DOS OVOS

Dada a grande quantidade de ovos e larvas coletados, foi adotada uma estratégia de otimização de recursos e tempo para as análises moleculares. Para as 1.097 larvas, foi definida a extração individual de DNA genômico, permitindo a análise detalhada de cada amostra. Para os 7680 ovos, foi estabelecido um critério para a extração, baseado na quantidade de ovos por ponto de coleta:

- Nos pontos onde a quantidade de ovos excedeu 15 unidades, as extrações foram realizadas em pools de 15 ovos, totalizando 481 extrações;

- Nos pontos com menos de 15 ovos, as extrações foram feitas individualmente, resultando em 103 extrações.

As extrações de DNA das larvas e ovos isolados foram submetidas à amplificação do gene COI utilizando a técnica de PCR. Para os pools com mais de 15 ovos, a amplificação gerou material suficiente para a construção de 12 bibliotecas genômicas, direcionadas ao sequenciamento massivo do gene COI, com o objetivo de analisar a diversidade genética das amostras.

O protocolo de construção das bibliotecas genômicas tem início com realizadas as análises moleculares de extração de DNA e amplificação por PCR, utilizando-se o gene COI (Citocromo Oxidase I) como marcador molecular. Na etapa subsequente de formação das bibliotecas, foi empregado o protocolo Nextera XT DNA Library Prep (Illumina), um método padronizado e eficiente especialmente desenvolvido para trabalhar com pequenas quantidades de material genético.

O Nextera XT consiste em um kit comercial baseado na tecnologia de tagmentação. Esta abordagem inovadora combina duas etapas fundamentais, a fragmentação do DNA e a ligação de adaptadores em uma única reação enzimática. O processo é mediado pela enzima transposase, que simultaneamente fragmenta o DNA e incorpora os adaptadores Illumina em suas extremidades. Em comparação com métodos tradicionais, o Nextera XT demonstra vantagens significativas em termos de eficiência e rapidez, com duração do protocolo de aproximadamente 90 minutos, sendo particularmente adequado para estudos genômicos e análises de amplicons.

No presente estudo, os ovos foram agrupados em pools de 15 indivíduos por ponto de coleta. Cada pool foi quantificado através de dois métodos complementares:

espectrofotometria (NanoDrop) e fluorometria (Qubit). Após a padronização das concentrações, os pools correspondentes a cada ponto de coleta foram combinados para formação de uma biblioteca por local de amostragem. Deste processo, resultaram 48 bibliotecas genômicas preparadas para sequenciamento.

O processo de formação das bibliotecas seguiu as seguintes etapas principais: a fragmentação do DNA, ligação de adaptadores, amplificação por PCR, purificação, normalização e o pooling das bibliotecas, seguindo as recomendações do fabricante com adaptações para otimização do rendimento.

Então, foi realizada a tagmentação do DNA genômico. Preparou-se uma mistura de reação contendo 10 μL de Tagment DNA Buffer (TD), 5 μL de Amplicon Tagment Mix (ATM) e 5 μL de DNA genômico (1 ng/ μL). A mistura foi homogeneizada por pipetagem suave, levada a centrífuga em 280 g a 20°C por 1 min e incubada em termociclador a 55°C por 5 minutos. Após a incubação, adicionou-se 5 μL de Neutralize Tagment Buffer (NT) para neutralizar a reação fazendo a homogeneização da amostra por pipetagem suave. Este procedimento permitiu a obtenção de fragmentos de DNA de tamanho adequado, já marcados com os primers específicos.

Em seguida, procedeu-se à amplificação das bibliotecas por PCR. Adicionaram-se à mistura neutralizada 15 μL de Nextera PCR Master Mix (NPM) e 5 μL de cada índice adapter (i7 adapter e i5 adapter). A amplificação foi realizada em termociclador com as seguintes etapas: Uma etapa inicial de extensão dos adaptadores, seguida de ciclos de desnaturação, anelamento e extensão. o perfil térmico é o seguinte: 72°C por 3 minutos, 95°C por 30 segundos, seguido de 12 ciclos de 95°C por 10 segundos, 55°C por 30 segundos e 72°C por 30 segundos, finalizando com 72°C por 5 minutos.

A amplificação é interrompida no ponto ideal para evitar vieses e garantir a representação equitativa dos fragmentos.

Após a amplificação, as bibliotecas foram purificadas utilizando SPRI Beads (IPB). Adicionou-se 24 μL de IPB à mistura de PCR, homogeneizou-se por pipetagem suave e incubou-se por 5 minutos em temperatura ambiente. A placa foi então colocada em magneto por 2 minutos e o sobrenadante foi descartado. Realizaram-se duas lavagens com 200 μL de etanol 80%, descartando-se o líquido após cada lavagem. Os beads foram secos por 5 minutos e o DNA foi eluído com 20 μL de água livre de nucleases, seguindo incubação por 2 minutos em temperatura ambiente.

Na etapa final, combinaram-se volumes equimolares de cada biblioteca normalizada em um único tubo, criando um pool para sequenciamento. O pool foi armazenado a -20°C até o momento do sequenciamento.

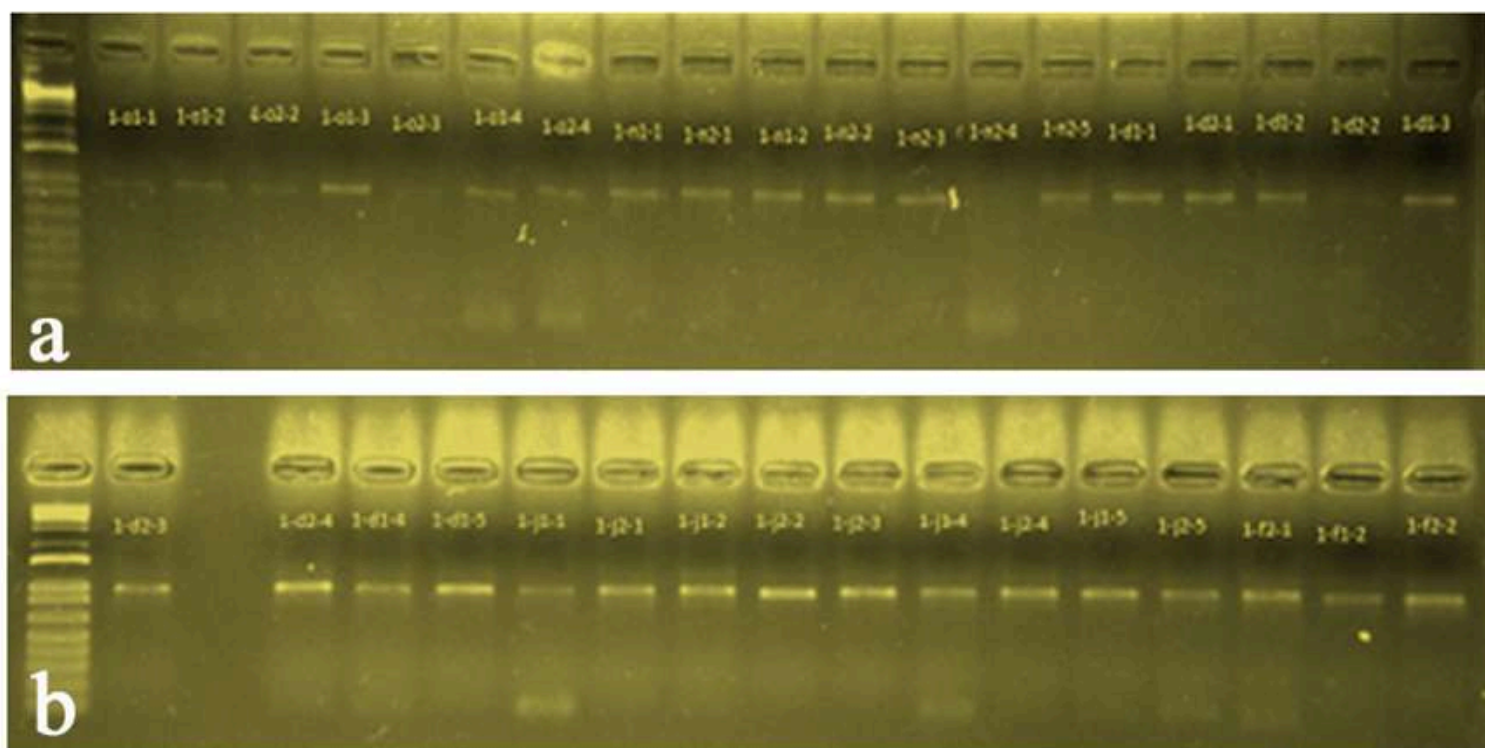


Figura 1.7: Géis de agarose (A e B) para avaliação da integridade e qualidade das bibliotecas genômicas preparadas.

O DNA extraído dos 103 ovos individuais foi amplificado por PCR, utilizando o gene COI como marcador molecular, totalizando 103 reações de amplificação. A qualidade e a integridade dos produtos amplificados foram verificadas por eletroforese em gel de agarose a 1,5% (Figura 1.7), assegurando que as amostras estivessem aptas para o sequenciamento. Após a validação, as amostras foram enviadas para sequenciamento por Sanger, visando à posterior identificação molecular das espécies presentes nas amostras.

Todas as amostras de ovos estão atualmente em etapa de sequenciamento, para a posterior identificação da diversidade de espécies que ocorreram na amostragem. Espera-se que os resultados sejam apresentados durante o segundo semestre de 2025.

1.3.2 IDENTIFICAÇÃO GENÉTICA DAS LARVAS

A extração e purificação do DNA genômico de cada larva foi realizada usando o kit EasyPure Genomic DNA Kit, Transgen. A quantificação do DNA extraído (ng/ μ l) foi medida pelo detector de fluorescência Qubit dsDNA HS Assay (Invitrogen, EUA). As reações de amplificação do gene COI foram realizadas com o kit Taq Platinum (Invitrogen, EUA), e para a amplificação de sequenciamento dos segmentos foram utilizados os primers FishF1 e FishR2, descritos por (Ward et al., 2005). Os produtos amplificados foram sequenciados no Instituto de Biotecnologia (IBTEC), Botucatu, por meio da metodologia de Sanger.

Para sequências geradas com o método de Sanger, utilizamos o programa GeneiousPro v4.8.5 (Kearse et al., 2012), em que os arquivos Forward e Reverse foram combinados para montar uma sequência de consenso. Todas

essas sequências de consenso foram então exportadas como arquivos fasta para serem analisados no banco de dados do NCBI. O método de identificação genética tem sido eficaz, com sequências acima de 98% de similaridade com os bancos de dados disponíveis. Até o momento, identificamos 83 larvas a nível de espécie, conforme demonstrado nas Tabelas 1.8 a 1.13.

Até o momento, 18 espécies foram identificadas nas análises de identificação das larvas, representando 4 ordens diferentes: Synbranchiformes, Siluriformes, Perciformes e Characiformes, sendo siluriformes a ordem mais representativa, com 53 larvas correspondendo a esse grupo. A espécie mais amostrada foi *Pimelodus maculatus*, com 33 indivíduos amostrados.

Tabela 1.8: Larvas identificadas a nível de espécie no ponto 1, no Rio Pardo.

Espécie	Ponto	Mês	Quinzena	Quantidade	Estágio de desenvolvimento
<i>Rineloricaria latirostris</i>	1	Outubro	1	1	Juvenil
<i>Pimelodus maculatus</i>	1	Dezembro	1	28	Larval vitelínico
<i>Pimelodus microstoma</i>	1	Dezembro	1	1	Larval vitelínico

Tabela 1.9: Larvas identificadas a nível de espécie no ponto 2, no Rio Pardo.

Espécie	Ponto	Mês	Quinzena	Quantidade	Estágio de desenvolvimento
<i>Leporinus octofasciatus</i>	2	Outubro	1	1	Pré Flexão
<i>Imparfinis borodini</i>	2	Outubro	1	1	Pós Flexão
<i>Tatia neivai</i>	2	Outubro	1	1	Pós Flexão
<i>Imparfinis borodini</i>	2	Novembro	1	1	Pós Flexão
<i>Schizodon nasutus</i>	2	Novembro	2	1	Larval vitelínico
<i>Iheringichthys labrosus</i>	2	Novembro	2	1	Flexão
<i>Pimelodus microstoma</i>	2	Novembro	2	1	Flexão

Tabela 1.10: Larvas identificadas a nível de espécie no ponto 3, no Rio Pardo.

Espécie	Ponto	Mês	Quinzena	Quantidade	Estágio de desenvolvimento
<i>Synbranchus marmoratus</i>	3	Novembro	1	3	Juvenil
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	3	Novembro	2	2	Pré Flexão
<i>Pimelodus microstoma</i>	3	Novembro	2	2	Pré Flexão
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	3	Novembro	2	1	Pré Flexão
<i>Iheringichthys labrosus</i>	3	Dezembro	1	1	Flexão
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	3	Dezembro	1	1	Pré Flexão
<i>Pimelodus microstoma</i>	3	Dezembro	1	3	Larval vitelínico
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	3	Dezembro	2	3	Larval vitelínico
<i>Leporinus friderici</i>	3	Dezembro	2	2	Larval vitelínico
<i>Pimelodus maculatus</i>	3	Janeiro	2	5	Larval vitelínico (4) Pré Flexão (1)
<i>Parodon nasus</i>	3	Janeiro	2	1	Larval vitelínico
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	3	Janeiro	2	1	Larval vitelínico
<i>Galeocharax gulo</i>	3	Janeiro	2	1	Larval vitelínico

Tabela 1.11: Larvas identificadas a nível de espécie no ponto 5, no Rio Pardo.

Espécie	Ponto	Mês	Quinzena	Quantidade	Estágio de desenvolvimento
<i>Pimelodus microstoma</i>	5	Outubro	2	1	Pré Flexão
<i>Galeocharax gulo</i>	5	Outubro	2	1	Larval vitelínico
<i>Galeocharax gulo</i>	5	Novembro	1	1	Pré Flexão
<i>Galeocharax gulo</i>	5	Novembro	2	1	Larval vitelínico
<i>Schizodon nasutus</i>	5	Novembro	2	2	Pré Flexão (1) Flexão (1)
<i>Pimelodus microstoma</i>	5	Novembro	2	1	Pré Flexão

Tabela 1.12: Larvas identificadas a nível de espécie, no Rio Mogi-Guaçu.

Espécie	Ponto	Mês	Quinzena	Quantidade
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	M	Novembro	2	2
<i>Leporinus friderici</i>	M	Novembro	2	6
<i>Leporinus elongatus</i>	M	Novembro	2	1
<i>Triportheus nematuros</i>	M	Novembro	2	2
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	M	Novembro	2	1
<i>Schizodon nasutus</i>	M	Novembro	2	1

Tabela 1.13: Quantidade total de larvas identificadas a nível de espécie.

Espécie	Quantidade
<i>Galeocharax gulo</i>	4
<i>Iheringichthys labrosus</i>	2
<i>Imparfinis borodini</i>	2
<i>Leporinus elongatus</i>	1
<i>Leporinus friderici</i>	8
<i>Leporinus octofasciatus</i>	1
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	4
<i>Parodon nasus</i>	1
<i>Pimelodus maculatus</i>	33
<i>Pimelodus microstoma</i>	9
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	4
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	1
<i>Rineloricaria latirostris</i>	1
<i>Schizodon nasutus</i>	4
<i>Synbranchus marmoratus</i>	3
<i>Tatia neivai</i>	1
<i>Triportheus nematuros</i>	2

Estudos direcionados a levantamento de espécies voltados especificamente para o Rio Pardo são escassos. Entretanto, a revisão recente de Dagosta et al., 2024 demonstra a ocorrência de pelo menos 68 espécies registradas nesse rio. Em comparação, existem registros de pelo menos 106 espécies diferentes no Rio Mogi, também avaliado no presente projeto. Nossos resultados parciais apontam o registro de 12 das 68 espécies registradas para o Rio Pardo (17,64%) e 5 das 106 espécies registradas para o Rio Mogi

(4,7%). Nossos dados apontam a ocorrência de *Iheringichthys labrosus* e *Pseudoplatystoma corruscans* entre as larvas analisadas do Rio Pardo, divergindo da revisão de Dagosta et al., 2024. Entretanto, essas espécies foram registradas nessa localidade no trabalho de Castagnolli, 2008, reforçando a efetividade do método aplicado. Até o momento, o registro de *Pseudopimelodus mangurus* no ictioplâncton do Rio Pardo se destaca, devido a ausência de registros dessa espécie nesse local, e principalmente por esse animal ter sido considerado ameaçado de extinção (Decreto SP 60.133/2014) e alvo de programas de conservação recentes, . Nossos dados também corroboram a ocorrência das espécies registradas por Nobile et al., 2019, que realizou um estudo pioneiro utilizando metabarcoding na identificação de ictioplâncton coletado no Rio Mogi. Entretanto, nossos dados apontam a presença de *Triportheus nematurus* entre as larvas coletadas nesse local, sendo considerada uma espécie invasora para essa localidade (Dagosta et al., 2024).

Além de *T. nematurus*, identificamos larvas de *Plagioscion squamosissimus*, popularmente conhecida como Corvina. Essa espécie também é invasora nos locais analisados, introduzida pelo alto interesse pesqueiro desses indivíduos (Fontenele 1978, Cernelós & Benedito-Cecílio 2002). O sucesso da colonização da Corvina nesse ambiente se dá pela ausência de predadores naturais (Brinoccoli et al., 2020), e representa um alerta para a conservação da ictiofauna natural do Rio Pardo. Essa espécie tem por característica uma grande plasticidade em sua dieta, o que pode impactar diretamente a abundância outras espécies de peixe, principalmente as de pequeno porte (Queiroz-Souza et al. 2018; Brinoccoli et al., 2020).

Nossos dados apontam a presença de migradores de longa distância como, *P. corruscans*, ameaçada de extinção na

categoria “em perigo (EN)” a nível estadual (Decreto SP 63.853/2018) e como “vulnerável (VU)” a nível nacional (lista atual o IBAMA, publicada pela Portaria GM/MMA nº 300, de 13 de dezembro de 2022); *P. maculatus*, que representou a espécie mais amostrada até o momento (33 larvas) e *M. obtusidens*, representante de Anostomidae, uma das famílias mais representativas na amostragem atual (17 larvas). A presença de espécies migradoras de longas distâncias é um sinal positivo em relação as condições ambientais dos locais analisados, já que essas espécies buscam locais com grande disponibilidade de alimento e abrigo, suprindo as necessidades biológicas e ecológicas dessas populações (Cunico et al., 2002).

Apesar de parciais, nossos resultados foram significativos para o estudo da diversidade de espécies se reproduzindo no Rio Pardo e Mogi. A grande densidade de ovos e larvas e presença de espécies chave, como os migradores de longa distância e espécies ameaçadas, reforçam a importância desses locais como área de berçário e desenvolvimento dos juvenis, ressaltando a importância do desenvolvimento de projetos de conservação para essa área. Entretanto, as análises também revelaram a presença de espécies invasoras bem estabelecidas nessas localidades, demonstrando a necessidade do desenvolvimento de ações que visem proteger a abundância das populações naturais.

Para o próximo período, pretende-se consolidar os dados de identificação das larvas, além de produção dos primeiros resultados da identificação genética dos ovos amostrados, sendo possível consolidar ainda mais as conclusões parciais levantadas até o presente momento.

AÇÃO 2

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS
LIMNOLÓGICAS DO MÉDIO E BAIXO RIO
PARDO, BACIA DO ALTO PARANÁ**

COORDENADOR

DIOGO TERUO HASHIMOTO

EQUIPE

CAIO AUGUSTO GOMES GOES

CAROLINA H. DE SOUZA BORGES

CELMA GOMES DE LEMOS

EDUARDO M. BRAMBILLA

FABIO PORTO FORESTI

GABRIEL H. DE LIMA FRANKIN

GABRIELA IDALINE DE FREITAS

GIOVANA COUTO MARTINELLI

HENRIQUE TADAKA UEHARA

JOHN F. GOMEZ AGUDELO

KEVIN KYOSHI TOLDO MAKIYA

LUISA ALVES DA SILVA

MARIA EDUARDA RODRIGUES MELO

MEL AYUMI TAMADA SILVA

NATALIA DOS SANTOS

RICARDO UTSUNOMIA

VALDECIR FERNANDES DE LIMA

VITOR ITALIANO VIDAL

2. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

2.1 AMOSTRAGEM

As amostragens foram realizadas em cinco pontos ao longo do rio Pardo (Figura 1.1), além dos 4 pontos adicionais detalhados na Ação 1. A Tabela 1.1 apresenta mais detalhes sobre os pontos de amostragem. Assim como previamente, as saídas de campo foram feitas quinzenalmente para coleta de água durante o período reprodutivo (outubro a fevereiro), em conjunto com as amostras de ictioplâncton, e mensalmente no restante do ano. Nos locais de amostragem recém adicionados e no Rio Mogi-Guaçu, a coleta foi feita mensalmente, apenas no período das chuvas.

As análises deste relatório utilizaram dados coletados no período de outubro de 2023 a abril de 2025, totalizando 130 registros do período chuvoso e 48 registros do período de seca.

2.2 TOMADA DE MEDIDAS *IN SITU* DA QUALIDADE DA ÁGUA

Nos pontos selecionados, foram realizadas as medidas *in situ* com sonda multiparâmetros (Horiba série U5000). Os parâmetros coletados foram: temperatura (°C), pH, potencial de óxido-redução (ORP), em mV, condutividade elétrica (mS/cm), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (OD), em mg/L e sólidos dissolvidos totais (SDT), em g/L. As medições foram feitas apenas na camada subsuperficial (~ 20 cm), uma vez que se pressupõe condições homogêneas da coluna d'água

devido às características tipicamente lóxicas e às profundidades reduzidas que prevalecem na área de interesse.

Além dos parâmetros coletados com a sonda, a transparência da água foi medida utilizando o disco de Secchi, um instrumento circular com 20 cm de diâmetro, dividido em quadrantes alternados de preto e branco. O disco foi lentamente submerso na água até o ponto em que não era mais visível, sendo registrada essa profundidade como a profundidade de desaparecimento, em centímetros.

2.3 COLETA DE ÁGUA PARA MEDIÇÃO *EX SITU*

Junto da coleta de parâmetros *in situ* também foram coletadas amostras de água para análise *ex situ*. As análises realizadas foram: nitrogênio total (mg/L), fósforo total (mg/L), clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$), densidade de cianobactérias (cel/mL), sólidos dissolvidos totais (SDT) e sólidos suspensos totais (SST), em mg/L.

As coletas foram realizadas com o auxílio de uma estrutura, que consiste de um cano de PVC de 3 metros, uma borracha fixadora e um vidro âmbar, utilizado para evitar possíveis variações nos parâmetros da água. Assim como na tomada de medidas com a sonda, a coleta foi feita na camada subsuperficial da água (~ 20 cm).

Logo após a coleta no rio, a amostra era transferida para frascos de plásticos de 1 L, até totalizar 4 L (quatro frascos). Em seguida, os frascos eram armazenados em caixa térmica refrigerada até a entrega do material para análise, a qual era feita no mesmo dia, seguindo uma exigência do laboratório. As análises foram realizadas pelo laboratório Realiza Ambiental, localizado no município de Ribeirão Preto (SP).

A empresa tem todos os seus processos gerenciados sob um rigoroso Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), auditado e aprovado pelo INMETRO de acordo com a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, garantindo que todas as análises sejam realizadas com excelência oferecendo resultados com qualidade e confiabilidade. As metodologias utilizadas para as análises de água se encontram na Tabela 2.1, e estão de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW), 23 Edition – Washington, 2017.

Tabela 2.1: Metodologias utilizadas pelo laboratório Realiza Ambiental para as análises de água ex situ.

Metodologia	Metodologia
Nitrogênio total	IT 06-07.38
Fósforo	SMP4500P E
Clorofila a	IT 06-07.198
Sólidos Dissolvidos Totais Sólidos Suspensos Totais	SM2540C/D
Densidade de Cianobactérias	SM10200 A a F, 100900 B/C

As análises ex situ não foram realizadas no ponto 6 (Pitangueiras, rio Mogi-Guaçu) devido à dificuldade de entregar as amostras de água no laboratório no mesmo dia da coleta. Os sólidos dissolvidos totais (SDT) foram analisados tanto *in situ* quanto *ex situ* para permitir comparações entre as duas metodologias e dessa forma servir como um controle de qualidade da coleta de água. A análise laboratorial detecta diferenças menores nos níveis de SDT, pois é dada em mg/L, enquanto a medida da sonda utiliza g/L.

Quando o resultado da análise *ex situ* foi inferior ao limite de quantificação (< LQ), o valor mínimo detectável foi utilizado (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Análises *ex situ* e seu limite mínimo de quantificação (LQ) e unidade.

ensaios	limite de quantificação (LQ)	unidade
nitrogênio total	0,5	mg/l
fósforo	0,0065	mg/l
clorofila a	10	µg/l
sólidos dissolvidos totais	10	mg/l
sólidos suspensos totais	10	mg/l
densidade de cianobactérias	1,00	cel/ml

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

As análises de estatística descritivas (mínimo, máximo, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação) dos parâmetros limnológicos *in situ* e *ex situ* foram realizadas separadamente para o período das chuvas e da seca (somente nos pontos em que a amostragem foi feita nas duas estações). Da mesma forma, os pontos de coleta foram analisados juntos (Tabela 2.3), e separados (Tabela 2.4 a 2.12).

De forma geral, os parâmetros limnológicos apresentaram maior coeficiente de variação (CV) durante o período de chuvas, evidenciando maior heterogeneidade dos valores medidos nessa estação. Este padrão pode estar relacionado ao aumento do escoamento superficial, transporte de sedimentos e entrada de poluentes, que tendem a elevar a variabilidade dos parâmetros. Transparência, Temperatura e Nitrogênio Total (Nt) apresentaram CVs mais baixos durante as chuvas, indicando relativa estabilidade desses parâmetros mesmo sob as condições hidrológicas mais dinâmicas.

O Nitrogênio Total (Nt) apresentou maior CV no período seco na maioria dos pontos de coleta, com exceção do ponto 5, onde manteve maior estabilidade.

Os Sólidos Suspensos Totais (SST) apresentaram altos CVs ($> 0,94$) nas chuvas em todos os pontos amostrados, evidenciando a influência significativa do aumento da vazão e da mobilização de sedimentos nas chuvas. A Temperatura apresentou os menores CVs nas chuvas ($< 0,05$), indicando relativa estabilidade térmica nesse período, possivelmente pela homogeneização da coluna d'água. O pH apresentou baixos CVs nas chuvas ($< 0,11$) e ainda menores na seca ($< 0,06$), exceto no ponto 1 (Cajuru), evidenciando a estabilidade desse parâmetro na maioria das estações e a possível influência local no ponto 1.

Em relação aos pontos amostrados somente no período das chuvas, no rio Mogi-Guaçu os parâmetros que apresentaram maiores CVs foram Fósforo (F), Transparência e Nitrogênio Total (Nt), o que sugere forte influência de fontes difusas de nutrientes e sedimentos durante este período.

No córrego Tamanduá, os maiores CVs foram Densidade de Cianobactérias (dens. cianobactérias) e Sólidos Dissolvidos Totais in situ (SDTi). Os SDTi também apresentaram maior CV no córrego Adão, juntamente com Fósforo (F). No ponto à montante da hidrelétrica de Itaipava, os maiores CVs foram Transparência e Turbidez.

Os resultados evidenciam que o período de chuvas promoveu maior variabilidade nos parâmetros limnológicos, em especial nos relacionados a sedimentos e nutrientes, reforçando a importância de estratégias de manejo voltadas à contenção do escoamento e da erosão. Parâmetros como Temperatura e pH apresentaram maior estabilidade ao longo do tempo, sendo menos suscetíveis às variações sazonais, com exceções pontuais.

Além disso, as diferenças observadas entre pontos demonstram a influência das características locais, como uso do solo, vegetação ripária e hidrodinâmica, na variabilidade dos parâmetros limnológicos.

Tabela 2.3 Estatística descritiva dos parâmetros limnológicos coletados nos cinco pontos do Rio Pardo, no período de outubro de 2023 a abril de 2025. As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	11,00	23,60	6,02	39,00	0,09	14,90	3,20	0,06	0,50	0,01	10,00	24,00	9,00	1,00
	17,00	19,50	7,70	141,00	0,17	12,40	3,16	0,11	0,50	0,01	10,00	41,00	10,00	1,00
máximo	105,00	29,93	9,70	317,00	0,42	792,00	9,72	1,20	10,60	3,49	10,00	211,00	118,00	211314,00
	133,00	28,80	9,60	365,00	0,33	136,00	12,06	0,21	26,44	0,34	10,00	86,00	61,00	1,00
média	38,57	26,98	8,09	219,70	0,20	93,48	6,01	0,14	1,33	0,13	10,00	56,59	16,43	4187,69
	83,83	23,79	8,55	243,57	0,24	40,12	6,86	0,16	2,05	0,07	10,00	60,80	11,33	1,00
mediana	36,00	27,00	8,10	226,00	0,20	72,10	5,70	0,13	1,20	0,07	10,00	53,50	10,00	1,00
	81,00	24,30	8,40	237,00	0,22	27,50	6,81	0,15	1,19	0,04	10,00	59,00	10,00	1,00
desvio padrão	20,02	1,44	0,75	60,45	0,05	92,16	1,39	0,10	1,02	0,36	0,00	19,83	18,21	25899,66
	31,59	2,61	0,49	47,94	0,04	29,89	1,48	0,03	4,06	0,08	0,00	11,08	8,06	0,00
CV	0,52	0,05	0,09	0,28	0,24	0,99	0,23	0,73	0,77	2,76	0,00	0,35	1,11	6,18
	0,38	0,11	0,06	0,20	0,18	0,75	0,22	0,19	1,98	1,02	0,00	0,18	0,71	0,00

Tabela 2.4 Estatística descritiva dos parâmetros limnológicos coletados nos cinco pontos do Rio Pardo, no período de outubro de 2023 a abril de 2025. As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transparência	temperatura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianobactérias
mínimo	16,00	24,70	6,25	84,00	0,13	15,10	4,40	0,08	0,50	0,01	10,00	49,00	9,00	1,00
	39,00	20,80	8,20	209,00	0,20	12,80	5,60	0,13	0,50	0,01	10,00	50,00	10,00	1,00
máximo	105,00	29,23	9,00	297,00	0,27	385,00	8,10	0,18	1,59	3,49	10,00	74,00	64,00	1,00
	132,00	28,80	9,50	338,00	0,23	50,70	9,60	0,20	26,44	0,06	10,00	61,00	61,00	1,00
média	42,37	26,99	8,10	205,58	0,19	103,44	6,60	0,13	1,16	0,25	10,00	54,39	15,47	1,00
	95,22	23,94	8,68	247,56	0,22	26,06	7,18	0,15	4,43	0,03	10,00	56,25	16,38	1,00
mediana	35,00	26,90	8,32	217,00	0,20	78,10	6,70	0,13	1,16	0,07	10,00	52,50	10,00	1,00
	102,00	24,60	8,40	229,00	0,22	20,50	7,00	0,14	1,43	0,03	10,00	56,50	10,00	1,00
desvio padrão	28,09	1,34	0,75	55,63	0,04	91,72	1,10	0,03	0,28	0,79	0,00	6,63	14,40	0,00
	32,69	2,61	0,44	46,70	0,01	13,53	1,09	0,02	8,92	0,02	0,00	4,03	18,03	0,00
CV	0,66	0,05	0,09	0,27	0,21	0,89	0,17	0,20	0,24	3,15	0,00	0,12	0,93	0,00
	0,34	0,11	0,05	0,19	0,04	0,52	0,15	0,13	2,01	0,58	0,00	0,07	1,10	0,00

Tabela 2.5 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do Rio Pardo no ponto 2 (Serra Azul - SP). As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	11,00	23,60	6,08	39,00	0,15	16,80	4,90	0,10	0,50	0,02	10,00	48,00	10,00	1,00
	34,00	19,90	7,92	189,00	0,19	13,60	5,70	0,12	0,50	0,01	10,00	47,00	10,00	1,00
máximo	70,00	29,55	9,20	297,00	0,25	792,00	9,72	0,20	2,24	0,54	10,00	79,00	90,00	1,00
	120,00	27,80	9,30	365,00	0,27	117,00	8,30	0,20	2,97	0,03	10,00	82,00	10,00	1,00
média	39,45	27,14	8,04	196,20	0,19	129,23	6,63	0,13	1,23	0,09	10,00	56,06	19,67	1,00
	81,11	23,51	8,61	246,11	0,22	49,58	6,99	0,15	1,31	0,02	10,00	56,50	10,00	1,00
mediana	37,50	27,07	8,13	210,00	0,20	69,15	6,74	0,13	1,19	0,06	10,00	52,00	10,00	1,00
	74,00	24,20	8,70	220,00	0,21	23,80	6,96	0,14	1,03	0,01	10,00	53,00	10,00	1,00
desvio padrão	21,20	1,45	0,92	70,85	0,03	185,08	1,29	0,03	0,40	0,11	0,00	9,40	23,35	0,00
	28,72	2,51	0,49	56,81	0,02	41,88	0,77	0,02	0,88	0,01	0,00	10,77	0,00	0,00
CV	0,54	0,05	0,11	0,36	0,16	1,43	0,20	0,20	0,33	1,21	0,00	0,17	1,19	0,00
	0,35	0,11	0,06	0,23	0,11	0,84	0,11	0,17	0,67	0,68	0,00	0,19	0,00	0,00

Tabela 2.6 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do Rio Pardo no ponto 3 (Serrana - SP). As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianobac térias
mínimo	11,00	24,90	6,17	168,00	0,13	14,90	3,80	0,08	0,50	0,01	10,00	42,00	10,00	1,00
	17,00	19,50	8,00	183,00	0,17	15,50	4,70	0,11	0,50	0,01	10,00	41,00	10,00	1,00
máximo	78,00	29,04	8,90	317,00	0,21	307,00	8,60	122,00	2,20	0,13	10,00	93,00	66,00	122698,00
	129,00	27,10	9,30	319,00	0,21	136,00	9,00	0,14	2,47	0,11	10,00	71,00	10,00	1,00
média	35,68	26,76	7,84	233,53	0,17	90,96	6,34	6,53	1,11	0,07	10,00	51,76	14,83	7218,47
	86,33	23,19	8,53	251,89	0,19	40,28	7,19	0,12	1,23	0,05	10,00	52,38	10,00	1,00
mediana	35,00	26,60	8,00	232,00	0,18	79,50	6,14	0,12	1,06	0,07	10,00	49,00	10,00	1,00
	88,00	24,30	8,30	253,00	0,19	24,30	7,25	0,12	0,91	0,05	10,00	50,00	10,00	1,00
desvio padrão	17,07	1,28	0,82	46,12	0,03	66,80	1,59	27,96	0,47	0,03	0,00	12,10	13,89	29758,39
	37,82	2,67	0,50	41,55	0,01	38,30	1,18	0,01	0,79	0,04	0,00	9,16	0,00	0,00
CV	0,48	0,05	0,10	0,20	0,16	0,73	0,25	4,28	0,43	0,45	0,00	0,23	0,94	4,12
	0,44	0,12	0,06	0,16	0,06	0,95	0,16	0,06	0,64	0,73	0,00	0,17	0,00	0,00

Tabela 2.7 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do Rio Pardo no ponto 4 (Cruz das Posses - SP). As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	12,00	25,20	6,02	95,00	0,16	27,40	3,60	0,10	0,50	0,01	10,00	44,00	10,00	1,00
	28,00	20,06	7,70	180,00	0,23	17,50	4,30	0,15	0,50	0,11	10,00	59,00	10,00	1,00
máximo	74,00	28,75	9,30	303,00	0,29	206,00	9,02	155,00	2,61	0,26	10,00	71,00	118,00	211314,00
	125,00	26,90	9,30	310,00	0,33	108,00	9,20	0,21	3,20	0,34	10,00	86,00	12,00	1,00
média	35,19	27,01	7,98	219,90	0,22	93,48	5,83	7,52	1,63	0,12	10,00	57,63	19,50	11122,74
	79,56	23,57	8,50	250,78	0,29	43,14	6,30	0,19	1,79	0,19	10,00	72,25	10,25	1,00
mediana	38,00	26,88	8,04	220,00	0,22	69,90	5,47	0,14	1,62	0,11	10,00	58,00	10,00	1,00
	81,00	24,80	8,40	244,00	0,30	30,00	6,03	0,20	1,86	0,18	10,00	72,00	10,00	1,00
desvio padrão	18,87	1,10	0,82	56,47	0,03	60,37	1,23	33,79	0,56	0,08	0,00	7,68	25,63	48478,53
	32,30	2,48	0,49	41,57	0,03	29,00	1,70	0,02	1,13	0,07	0,00	8,10	0,71	0,00
CV	0,54	0,04	0,10	0,26	0,16	0,65	0,21	4,50	0,34	0,62	0,00	0,13	1,31	4,36
	0,41	0,11	0,06	0,17	0,11	0,67	0,27	0,12	0,63	0,38	0,00	0,11	0,07	0,00

Tabela 2.8 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do Rio Pardo no ponto 5 (Jaborandi - SP). As amostras de água foram coletadas no período das chuvas e da seca (acima e azul e abaixo e marrom, respectivamente). ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	16,00	25,50	6,34	64,00	0,15	26,90	4,40	0,09	0,50	0,01	10,00	49,00	10,00	1,00
	41,00	20,20	7,70	141,00	0,23	12,40	3,16	0,15	0,50	0,01	10,00	52,00	10,00	1,00
máximo	90,00	29,93	9,70	316,00	0,34	139,00	9,37	1,20	10,60	1,65	10,00	211,00	85,00	1,00
	133,00	28,50	9,60	329,00	0,32	73,30	12,06	0,21	3,42	0,19	10,00	79,00	10,00	1,00
média	41,50	27,55	8,22	196,50	0,22	76,74	6,23	0,20	1,86	0,18	10,00	66,83	17,11	1,00
	83,44	23,90	8,59	216,33	0,27	36,62	6,83	0,18	1,50	0,09	10,00	66,63	10,00	1,00
mediana	38,00	27,56	8,09	213,00	0,21	67,15	5,55	0,14	1,46	0,12	10,00	58,50	10,00	1,00
	80,00	23,80	8,70	204,00	0,27	30,80	6,60	0,18	1,09	0,09	10,00	64,50	10,00	1,00
desvio padrão	19,77	1,27	0,79	72,31	0,05	37,27	1,50	0,24	2,21	0,36	0,00	36,74	19,37	0,00
	30,75	2,89	0,56	56,58	0,03	19,78	2,39	0,02	1,07	0,06	0,00	9,33	0,00	0,00
CV	0,48	0,05	0,10	0,37	0,21	0,49	0,24	1,19	1,19	1,97	0,00	0,55	1,13	0,00
	0,37	0,12	0,07	0,26	0,10	0,54	0,35	0,10	0,71	0,64	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabela 2.9 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água no ponto do Rio Mogi Guaçu (Pitangueiras - SP). As amostras de água foram coletadas somente no período das chuvas. ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	12,00	26,10	7,27	118,00	0,15	41,40	3,50	0,10	1,03	0,02	10,00	56,00	10,00	1,00
máximo	66,00	29,70	8,90	306,00	0,42	142,00	6,50	0,27	2,64	0,13	10,00	114,00	10,00	1,00
média	35,17	28,21	8,05	243,33	0,25	85,73	5,14	0,17	1,54	0,08	10,00	85,50	10,00	1,00
mediana	34,50	28,25	7,95	255,50	0,23	75,90	5,19	0,15	1,24	0,09	10,00	86,00	10,00	1,00
desvio padrão	16,88	1,21	0,52	49,90	0,07	33,83	1,06	0,05	0,74	0,05	0,00	31,27	0,00	0,00
CV	0,48	0,04	0,06	0,21	0,29	0,39	0,21	0,29	0,48	0,63	0,00	0,37	0,00	0,00

Tabela 2.10 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água no ponto do córrego Tamanduá. As amostras de água foram coletadas somente no período das chuvas. ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	35,00	24,00	8,10	180,00	0,12	23,70	3,20	0,08	0,50	0,04	10,00	31,00	10,00	1,00
máximo	58,00	25,90	8,60	295,00	0,16	53,70	5,30	79,00	1,37	0,05	10,00	48,00	38,00	118154,00
média	47,40	24,92	8,36	254,20	0,14	36,12	4,30	15,88	0,74	0,04	10,00	38,20	15,60	23631,60
mediana	50,00	24,50	8,30	260,00	0,14	34,90	4,20	0,10	0,59	0,05	10,00	37,00	10,00	1,00
desvio padrão	9,63	0,83	0,23	46,48	0,02	12,65	0,80	35,29	0,36	0,01	0,00	7,66	12,52	52839,63
CV	0,20	0,03	0,03	0,18	0,14	0,35	0,19	2,22	0,49	0,12	0,00	0,20	0,80	2,24

Tabela 2.11 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do Rio Pardo no ponto à montante da Usina Hidrelétrica de Itaipava. As amostras de água foram coletadas somente no período das chuvas. ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	13,00	25,80	8,50	226,00	0,17	35,60	4,30	0,08	0,96	0,04	10,00	49,00	10,00	1,00
máximo	67,00	27,70	9,00	283,00	0,23	175,00	5,90	0,15	1,70	0,08	10,00	63,00	10,00	1,00
média	31,00	26,56	8,66	256,80	0,20	104,66	4,96	0,13	1,27	0,06	10,00	55,50	10,00	1,00
mediana	20,00	26,40	8,50	255,00	0,20	108,00	4,70	0,13	1,21	0,06	10,00	55,00	10,00	1,00
desvio padrão	21,85	0,76	0,23	20,67	0,03	61,39	0,67	0,03	0,35	0,02	0,00	5,74	0,00	0,00
CV	0,70	0,03	0,03	0,08	0,13	0,59	0,13	0,23	0,28	0,33	0,00	0,10	0,00	0,00

Tabela 2.12 Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água do ponto do Córrego Adão. As amostras de água foram coletadas somente no período das chuvas. ORP = potencial de oxirredução (mV), cond. = condutividade (mS/cm), OD = oxigênio dissolvido (mg/L), SDTi = sólidos dissolvidos totais in situ (g/L), Nt = nitrogênio total (mg/L), F = fósforo (mg/L), SDTe = Sólidos dissolvidos totais ex situ (mg/L), SST = sólidos suspensos totais (mg/L), dens. cianobactérias = densidade de cianobactérias (cel/mL). Transparência em centímetros, Temperatura em °C, turbidez em NTU e clorofila a em µg/L.

	<i>in situ</i>								<i>ex situ</i>					
	transpa rência	tempera tura	ph	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	clorofila a	SDTe	SST	dens. cianoba ctérias
mínimo	32,00	23,60	8,10	209,00	0,09	30,80	4,60	0,06	0,50	0,01	10,00	24,00	10,00	1,00
máximo	60,00	25,40	8,60	303,00	0,13	74,10	5,50	82,00	0,67	0,03	10,00	69,00	19,00	1,00
média	43,80	24,36	8,42	263,60	0,12	55,28	5,12	16,46	0,56	0,02	10,00	38,60	11,80	1,00
mediana	41,00	24,20	8,50	256,00	0,13	63,00	5,10	0,09	0,53	0,02	10,00	32,00	10,00	1,00
desvio padrão	11,61	0,68	0,22	39,72	0,02	20,95	0,36	36,64	0,07	0,01	0,00	17,71	4,02	0,00
CV	0,26	0,03	0,03	0,15	0,16	0,38	0,07	2,23	0,13	0,63	0,00	0,46	0,34	0,00

2.4.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

A análise de componentes principais (PCA) foi feita no R v.4.3.1 utilizando os pacotes factoextra e ggplot2. Nos pontos do Rio Pardo, pontos 1 a 5, foram utilizados dados coletados no período das chuvas e da seca. No Mogi e nos pontos recém adicionados (Tamanduá, Adão e Montante Itaipava) só foram utilizados dados do período das chuvas, devido à ausência de amostragens nesses pontos na estação seca. Cada parâmetro, seja in situ ou ex situ foi denominado como uma variável, e cada dia de coleta foi denominado como uma observação.

A tabela inicial utilizada na análise incluía 176 observações e 17 variáveis. Após a exclusão de observações com dados faltantes de alguma variável, restaram 147 observações. A variável Clorofila a também teve que ser removida devido à grande quantidade de valores faltantes.

A Figura 2.1 apresenta a distribuição da variância explicada por cada componente principal da PCA. Os dois primeiros componentes explicaram conjuntamente 33,8% da variância total dos dados, com 18,4% atribuídos ao primeiro componente (PC1) e 15,4% ao segundo componente (PC2). A partir do terceiro componente (PC3), observa-se uma queda acentuada nos valores explicados, todos inferiores a 11%, indicando que os dois primeiros componentes concentram as informações mais relevantes da estrutura multivariada. A forma descendente do gráfico de variância acumulada reforça a ausência de um componente dominante, sugerindo uma estrutura ambiental complexa e distribuída entre diversas variáveis.

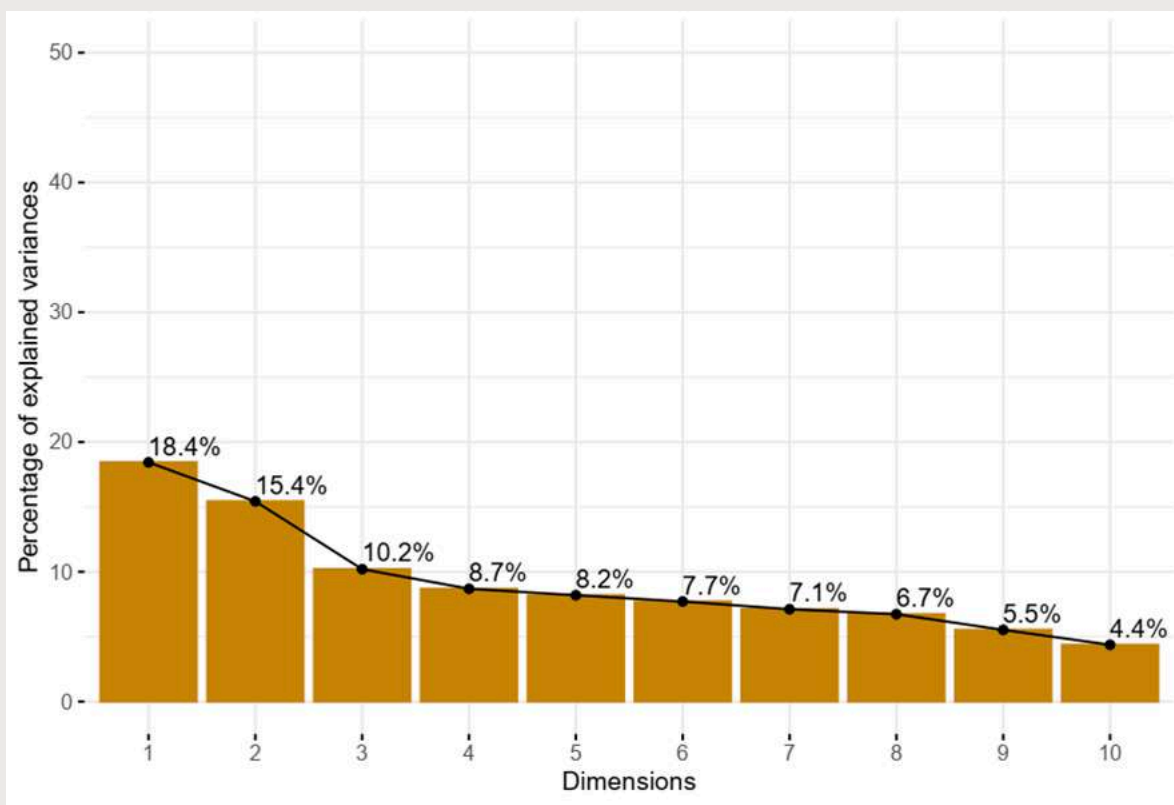


Figura 2.1 Gráfico da variância explicada pelos componentes principais (PCA). O eixo X representa os componentes principais (PCs) e o eixo Y mostra a porcentagem de variância explicada por cada componente.

Tabela 2.13. Coeficientes de carregamento das variáveis ambientais e biológicas nos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) obtidos na PCA.

Variáveis	PC1	PC2
Transparência	-0,47	0,4
Temperatura	0,47	-0,08
pH	-0,39	-0,34
ORP	-0,2	-0,43
Condutividade	-0,43	-0,06
Turbidez	0,22	-0,4
OD	0	0,49
SDTi	0	-0,12
Nt	-0,11	-0,06
F	0,16	0,25
SDTe	-0,3	-0,1
SST	0,06	-0,2
Densidade de cianobactérias	0,09	0,08

A Tabela 2.13 mostra a contribuição de cada variável em PC1 e PC2. Os valores indicam o grau e a direção da contribuição de cada variável para os eixos principais. Valores mais altos (positivos ou negativos) representam maior influência da variável na separação dos pontos ao longo dos componentes.

Os coeficientes de carregamento das variáveis em PC1 e PC2 não apresentaram valores expressivos (o maior valor foi de 0,49 de Oxigênio Dissolvido em PC2), indicando que nenhuma variável isoladamente domina a explicação da variância. Assim, a separação entre os pontos no espaço da PCA reflete contribuições combinadas e equilibradas de múltiplos parâmetros.

O PC1 reflete um gradiente físico-químico relacionado à transparência e propriedades básicas da água, sendo influenciado positivamente por Temperatura, Turbidez e Fósforo, e negativamente pela Transparência, Condutividade elétrica e pH. O PC2 está fortemente associado a Oxigênio Dissolvido (OD) e a Transparência, em contraste com Turbidez e Potencial de Óxido-Redução (ORP). As demais variáveis, como SDTi, NT, SST, cianobactérias e SDTe, apresentaram contribuições mais discretas para os dois primeiros componentes, exercendo influência secundária na ordenação multivariada.

A Figura 2.2 revela a dispersão das variáveis ambientais no plano da PCA (PC1 x PC2). As setas indicam a direção e a força da correlação com os eixos, sendo que vetores mais longos representam maior influência. A proximidade entre os vetores indica uma correlação positiva entre as variáveis.

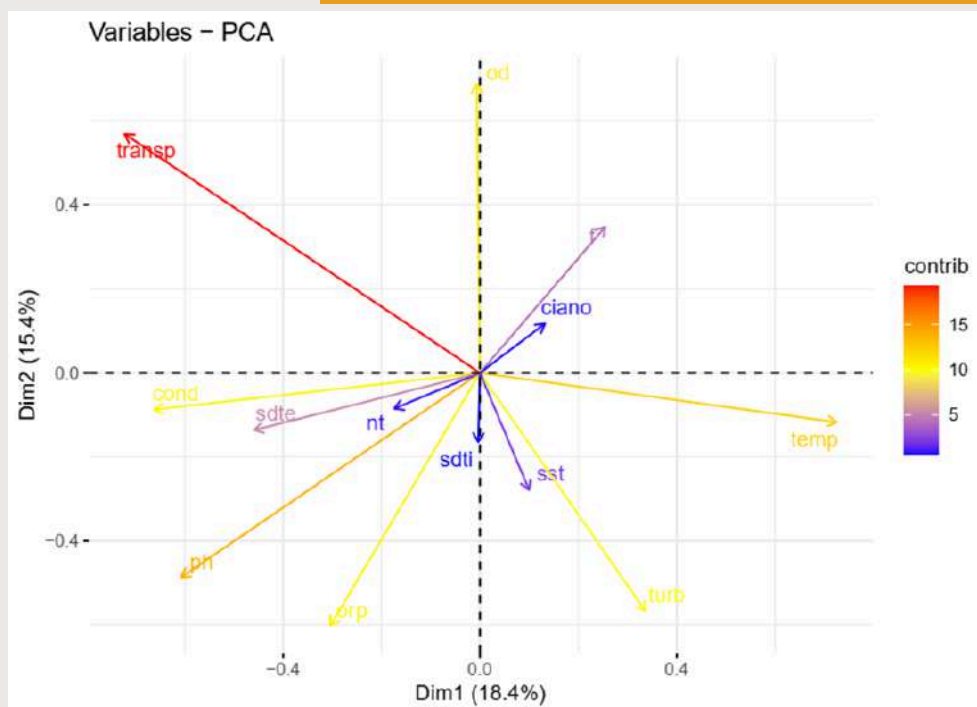


Figura 2.2 Gráfico de dispersão das variáveis no plano da PCA (PC1 x PC2). A coloração reflete a contribuição relativa de cada variável, com tons mais quentes indicando maior importância.

A Transparência apresentou a maior contribuição para o componente PC2, com vetor longo e destacado em vermelho, indicando sua forte influência na distinção dos pontos ao longo desse eixo. Já as variáveis Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Turbidez e Condutividade Elétrica contribuíram mais significativamente para o componente PC1, evidenciando um gradiente ambiental associado a condições físico-químicas da água. As demais variáveis, como Sólidos Dissolvidos Totais (SDTi e SDTe), Sólidos Suspensos Totais (SST), Nitrogênio Total (Nt) e Densidade de Cianobactérias, apresentaram menor contribuição para os eixos principais, sugerindo papel secundário na separação multivariada das amostras, como reforçado pelos seus coeficientes de carregamento.

Em síntese, esses resultados (Figura 2.1 e 2.2, Tabela 2.13) revelam que a transparência da água, as condições físico-químicas e os parâmetros relacionados à oxigenação foram os principais eixos estruturantes das amostras analisadas, enquanto variáveis relacionadas à carga de nutrientes e biomassa de algas desempenharam influência limitada na ordenação geral do sistema.

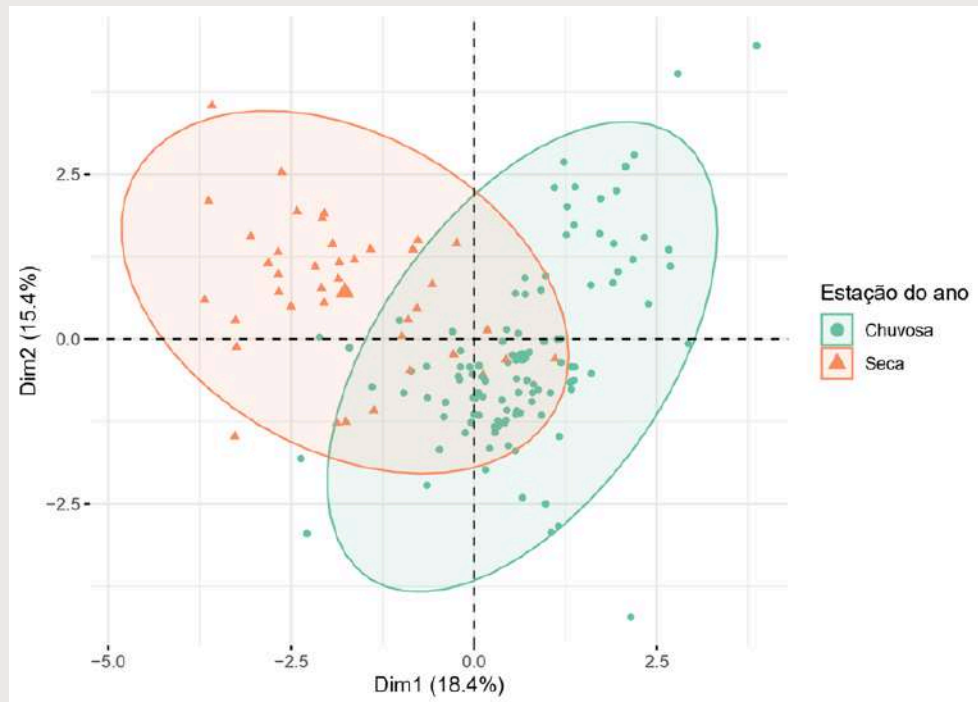


Figura 2.3 Gráfico de dispersão dos dados no plano da PCA, com agrupamento por estação do ano. Cada ponto representa uma observação. As elipses indicam a área de concentração (nível de confiança) dos grupos no espaço multivariado.

A Figura 2.3 mostra uma associação das observações (pontos) no plano da PCA com a estação do ano. Nesta figura, pode-se observar uma separação clara entre as duas estações do ano amostradas. Observa-se que os pontos referentes à estação chuvosa (círculos verdes) estão majoritariamente distribuídos à direita no eixo PC1, enquanto os da estação seca (triângulos vermelhos) concentram-se à esquerda, com uma leve sobreposição entre os grupos. Essa separação indica que há diferenças multivariadas na qualidade da água entre os períodos amostrados, especialmente em relação às variáveis associadas ao PC1.

Como o PC1 está relacionado a um gradiente físico-químico envolvendo Temperatura, Turbidez, Fósforo, Transparência, Condutividade Elétrica e pH, é possível inferir que essas variáveis são as principais responsáveis pela distinção entre as estações. A estação seca, associada a valores mais negativos em PC1, pode estar relacionada a condições de maior Turbidez, menor Transparência e alterações na Condutividade e pH, enquanto a estação chuvosa parece

apresentar características opostas, com águas mais claras e quimicamente distintas.

A presença de elipses bem definidas e parcialmente separadas reforça a existência de diferenças sazonais marcantes, possivelmente associadas a mudanças hidrológicas, variações na temperatura ambiente e/ou diferentes padrões de uso do solo entre os períodos.

2.4.3 PCA - PONTOS DE COLETA VS ESTAÇÕES DO ANO

Com base na separação clara entre as estações do ano observada na Figura 2.3, foi realizada uma PCA separada para a estação chuvosa e a estação seca. Essa abordagem teve como objetivo reduzir a influência da sazonalidade na variância global dos dados, permitindo uma avaliação mais precisa das diferenças espaciais entre os pontos de coleta dentro de cada período sazonal.

No total, foram utilizadas 129 observações para a PCA da estação chuvosa e 47 observações para a estação seca. Após a exclusão das amostras com dados faltantes, No total, foram utilizadas 129 observações para a PCA da estação chuvosa e 47 observações para a estação seca. Após a exclusão das amostras com dados faltantes, restaram 107 e 40 observações, respectivamente. Com relação às variáveis limnológicas, Clorofila a e Densidade de Cianobactérias também foram excluídas pela grande quantidade de dados faltantes. A exclusão da Densidade de Cianobactérias só foi necessária na PCA da estação seca.

Os pontos de coleta também apresentaram diferenças no número de amostragens. Na estação chuvosa, o Rio Pardo reuniu 93 amostragens no total, sendo que os pontos 1 a 5 registraram, em média, 18 amostragens cada. O ponto localizado a montante da hidrelétrica de Itaipava, contou com apenas 5 amostragens. Já o Rio Mogi Guaçu apresentou 4

amostragens, enquanto os córregos Tamanduá e Adão totalizaram 5 amostragens cada. Na estação seca, apenas os pontos 1 a 5 do Rio Pardo foram monitorados, com 9 amostragens realizadas em cada um deles.

Na estação das chuvas, os dois primeiros componentes principais explicaram, conjuntamente, 35% da variância total dos dados (sendo 20,9% atribuídos ao primeiro componente – PC1c, e 14,1% ao segundo componente – PC2c). Esses valores indicam que a variabilidade ambiental durante o período de chuvas é relativamente elevada e distribuída entre diferentes fatores, refletindo um sistema ambiental mais complexo e heterogêneo. Já na estação seca, os dois primeiros componentes principais explicaram conjuntamente 49,2% da variância total dos dados, com 31,5% atribuídos ao primeiro componente (PC1s) e 17,7% ao segundo (PC2s). Este resultado indica uma estrutura ambiental mais definida e menos dispersa em comparação com o período chuvoso, refletindo uma maior uniformidade nas condições físico-químicas da água durante a seca.

A Tabela 2.14 apresenta a contribuição de cada variável ambiental para os dois primeiros componentes principais da PCA realizada separadamente para cada estação. A Tabela 15 apresenta a contribuição de cada variável ambiental para os dois primeiros componentes principais da PCA realizada separadamente para cada estação do ano. Os componentes PC1c e PC2c correspondem à análise da estação chuvosa, enquanto PC1s e PC2s referem-se à estação seca.

Tabela 2.14 Coeficientes de correlação das variáveis ambientais com os dois primeiros eixos principais da Análise de Componentes Principais (PCA), separados por estação do ano (chuvosa e seca).

Variáveis	Estação chuvosa		Estação seca	
	PC1c	PC2c	PC1s	PC2s
Transparência	-0,31	0,34	0,33	-0,45
Temperatura	-0,39	0,31	-0,28	0,39
pH	0,46	0,12	0,02	0,05
ORP	0,41	-0,03	-0,17	0,11
Condutividade	0,19	0,55	0,43	0,33
Turbidez	0,28	-0,3	-0,32	0,4
OD	-0,38	-0,26	0,14	-0,33
SDTi	0,12	-0,11	0,43	0,25
Nt	-0,02	0,31	-0,09	0,12
F	-0,2	-0,17	0,35	0,36
SDTe	0,15	0,41	0,4	0,21
SST	0,18	-0,08	-0,03	-0,06
Densidade de cianobactérias	-0,08	-0,05	-	-

Durante a estação chuvosa, as variáveis com maior contribuição positiva para PC1c foram o Ph, Potencial de Oxirredução (ORP) e a Turbidez. Por outro lado, variáveis como Temperatura da água, Oxigênio Dissolvido e Transparência contribuíram negativamente. O segundo componente, PC2c, foi positivamente influenciado por Transparência e Temperatura, e negativamente por OD.

Na estação seca, PC1s apresentou forte correlação positiva com Sólidos Dissolvidos Totais in situ (SDTi) e Fósforo (F), e negativa com Nitrogênio Total (Nt), Temperatura e ORP. Já PC2s foi positivamente correlacionado com Condutividade Elétrica e ORP, e negativamente com Transparência e OD.

A comparação entre as estações evidencia a influência da sazonalidade sobre a estrutura ambiental dos corpos d'água. A estação chuvosa é marcada por maior complexidade e heterogeneidade nas variáveis, enquanto a estação seca apresenta uma estrutura mais definida, dominada por

variáveis relacionadas à concentração de solutos e à qualidade da água. A inversão nos sinais de contribuição de variáveis como Transparência, ORP e Nt entre os dois períodos reforça essa diferença e destaca o papel dos ciclos hidrológicos na dinâmica ecológica dos sistemas analisados.

A Figura 2.4 apresenta os resultados das Análises de Componentes Principais (PCA) realizadas separadamente para a estação chuvosa (A) e para a estação seca (B), com agrupamento por ponto de coleta.

Na estação chuvosa (Figura 5A), observa-se que os pontos localizados no Rio Pardo, representados por seis grupos distintos (1 a 5, e Montante Itaipava), exibem elipses parcialmente sobrepostas, indicando que, apesar das diferentes localizações ao longo do rio, as condições ambientais entre esses trechos são relativamente semelhantes. O ponto Montante Itaipava (MI), também pertencente ao Rio Pardo, destaca-se por apresentar uma elipse bastante compacta, o que sugere maior homogeneidade interna entre as amostras coletadas nesse local. No entanto, essa característica pode estar relacionada ao número reduzido de amostragens realizadas nesse ponto ($n = 5$). Em contraste, o ponto Mogi, apresenta a maior dispersão entre os grupos, mesmo com um número baixo de amostras ($n = 4$), refletindo elevada variabilidade ambiental interna.

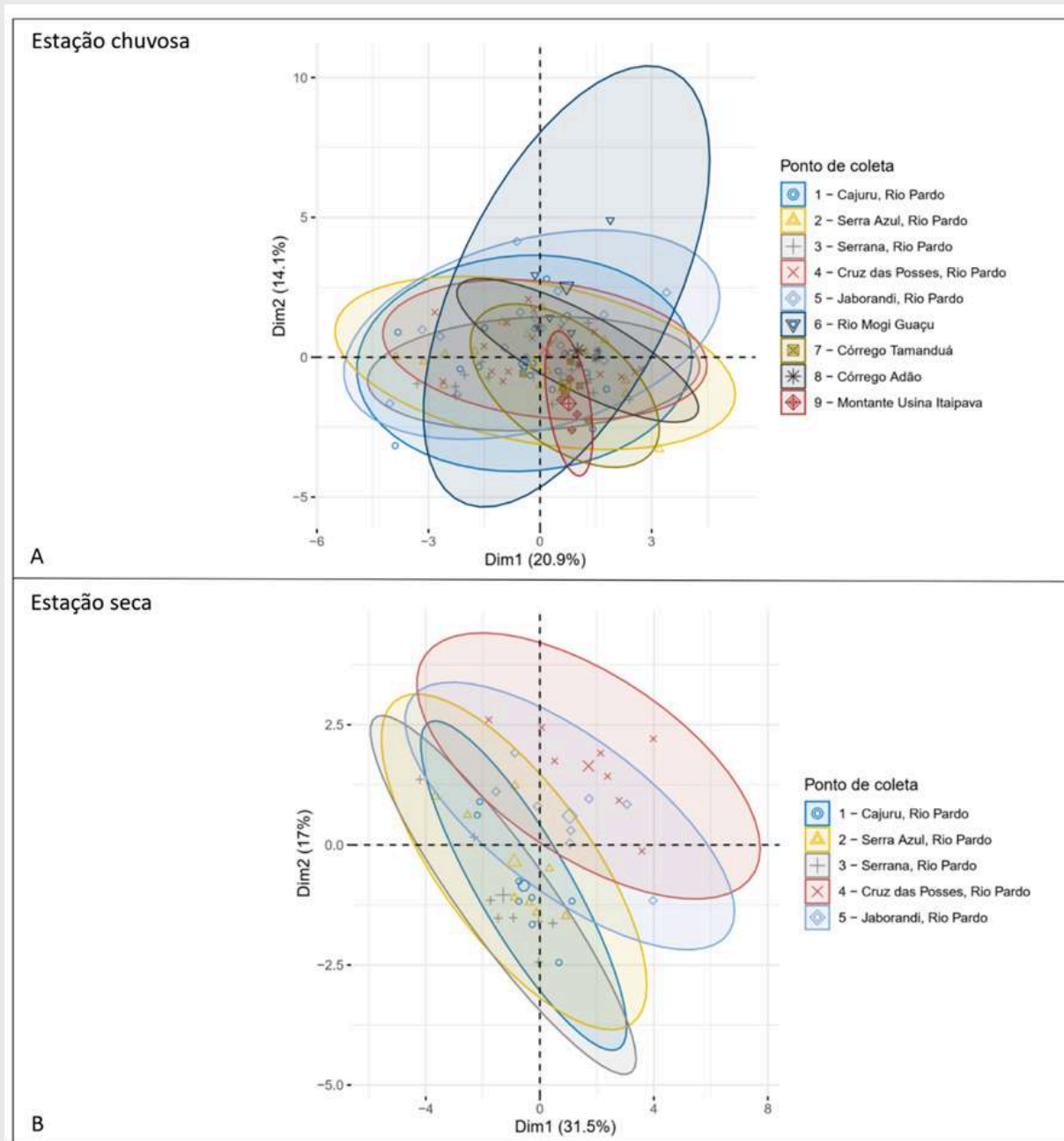


Figura 2.4 Análise de Componentes Principais (PCA) realizada separadamente para a estação chuvosa (A) e seca (B), com agrupamento por ponto de coleta. Os símbolos representam as amostras, e as elipses indicam a dispersão multivariada (intervalo de confiança de 95%) no espaço definido pelos dois primeiros componentes principais.

Os pontos Tamanduá e Adão, assim como o ponto MI, demonstram uma distribuição mais compacta, com elipses menores, o que pode ser atribuído à presença de características ambientais mais homogêneas ou, alternativamente, à limitação no número de amostragens.

De forma geral, a análise indica que os corpos hídricos menores e menos conectados, como os córregos e o Rio Mogi

Guaçu, tendem a apresentar maior diferenciação ambiental, enquanto os pontos do Rio Pardo compartilham maior similaridade entre si.

Durante a estação seca (Figura 2.4B), a PCA evidencia uma separação mais clara entre os diferentes pontos de coleta ao longo do Rio Pardo. Os cinco pontos analisados (1 a 5) apresentam elipses bem definidas e com uma menor sobreposição em comparação à estação chuvosa, indicando uma estrutura ambiental mais diferenciada entre os locais. Esse padrão sugere que, no período seco, as condições físico-químicas da água variam de forma mais acentuada ao longo dos trechos do rio, refletindo a influência de fatores locais, como o uso do solo adjacente, a profundidade, a cobertura vegetal e a presença de fontes pontuais de poluição.

O ponto 4 (Cruz das Posses) destaca-se por estar mais separado no espaço multivariado em relação aos demais, o que sugere que suas amostras apresentam características ambientais distintas - possivelmente associadas ao impacto gerado pelo município de Ribeirão Preto. Já os pontos 1, 2, 3 e 5, mostram agrupamentos mais distintos e elipses estreitas em comparação com a estação chuvosa, indicando homogeneidade interna e uma discriminação mais evidente entre os locais. A disposição dos grupos sugere que a redução do volume hídrico e a estabilidade das condições ambientais durante a seca favorecem a estruturação espacial das variáveis limnológicas, permitindo distinguir com maior clareza os diferentes trechos do Rio Pardo.

2.4.4 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS VS DENSIDADE DE OVOS E LARVAS

A relação entre os parâmetros limnológicos e a densidade de ovos e larvas foi avaliada utilizando a correlação de Spearman, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). A

Tabela 2.15 apresenta os coeficientes de correlação, valores de p e o número de amostras para cada parâmetro analisado.

A Transparência apresentou correlação significativa com a densidade de ovos e de larvas. Em ambos os casos, o coeficiente de correlação foi negativo, indicando que quanto menor a transparência da água, maior tende a ser a densidade de ovos e larvas. Este resultado pode estar relacionado ao aumento da matéria particulada em suspensão (turbidez) e/ou à presença de detritos orgânicos, que podem servir de alimento ou abrigo. Nenhum outro parâmetro apresentou correlação significativa com densidade de ovos.

Os parâmetros pH, ORP, Condutividade Elétrica e Turbidez também apresentaram correlações significativas com a densidade de larvas, todos com coeficiente de correlação positivo. O pH mais alto é comum em corpos d'água ricos em nutrientes, onde há grande crescimento de fitoplâncton, algas e cianobactérias. Portanto, esses resultados indicam que ambientes mais produtivos ou eutrofizados podem favorecer o desenvolvimento larval.

Os parâmetros limnológicos que apresentaram correlações significativas com as densidades de ovos e larvas estão intimamente relacionados com períodos de maior quantidade de chuva na região. As chuvas intensas provocam trocas de água, sedimentos e nutrientes que ocorrem devido às altas cargas de material externo da bacia de drenagem. Isso ocorre especialmente em rios de pequeno e médio porte, resultando, principalmente em níveis relativamente altos de turbidez e baixos de transparência da água (Brambilla et al., 2025). Essa alteração nos rios reduz significativamente a predação dos ovos e larvas de peixes, pois os predadores têm uma grande redução em sua visibilidade e sucesso na predação ((Sanchez et al., 2006; Suzuki & Pompeu, 2016; Brambilla et al, 2022).

Tabela 2.15 Relação entre os parâmetros limnológicos e a densidade de ovos e larvas, avaliados pela correlação de Spearman ($p < 0,05$).

		Transpa rência	Tempera tura	pH	ORP	cond.	turbidez	OD	SDTi	Nt	F	SDTe
OVOS	Coeficiente de correlação	-0,281	-0,0583	-0,161	0,161	-0,132	0,229	-0,086	-0,131	-0,253	-0,0122	-0,124
	P-valor	0,0382	0,671	0,24	0,241	0,337	0,093	0,531	0,34	0,0855	0,931	0,403
	Número de amostras	55	55	55	55	55	55	55	55	47	52	47
LARVAS	Coeficiente de correlação	-0,472	-0,0426	0,366	0,434	0,286	0,381	-0,219	0,286	-0,119	0,0917	0,0542
	P-valor	0,000309	0,756	0,00616	0,00102	0,0347	0,00426	0,109	0,0347	0,424	0,516	0,716
	Número de amostras	55	55	55	55	55	55	55	55	47	52	47

AÇÃO 3

APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA DA
REPRODUÇÃO PARA CONSERVAÇÃO DO
SURUBIM-LETRA STEINDACHNERIDION
SCRIPTUM

COORDENADORES

GEORGE YASUI

JOSÉ AUGUSTO SENHORINI

EQUIPE

ALICE XAVIER SOARES

LAIS PEREIRA DE OLIVEIRA

LEYDIANE SERRA PAIXÃO

JOSÉ LUIZ HÜBNER JUNIOR

AUGUSTO H. M. DA SILVA

MARCOS N. PEREIRA DIAS

NATÁLIA GREICE MATHEUS

TAMIRIS IMAEDA YASSUMOTO

3. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

3.1 ANIMAIS ATUALMENTE MANTIDOS EM CATIVEIRO

Atualmente, são mantidos 10 exemplares vivos de *Steindachneridion scriptum* distribuídos em três estruturas distintas:

- Caixas circulares e retangulares com capacidade de 7.000 a 10.000 litros de água;
- Tanque escavado com dimensões de 8 x 8 x 1,5 m.

Essa estruturação possibilita a manutenção adequada dos animais, garantindo condições ambientais favoráveis à sua sobrevivência e desenvolvimento (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Tabela de identificação e controle dos exemplares de *S. scriptum*.

Peixe	Local de Coleta	Número do chip	Comprimento Total (cm)	Comprimento Padrão (cm)	Peso (Kg)	Biotério	Sexo
1	Jaborandi	3100283480	59	52	2,186	Circular	-
2	Jaborandi	3100283471	59	52	1,89	Circular	-
3	Jaborandi	3100283466	40	34	0,680	Retangular	-
4	Jaborandi	3100283521	27	24	0,210	Retangular	-
5	Jaborandi	3100283515	39	34	0,674	Retangular	-
6	Jaborandi	3100283534	73	64	4,464	Tanque	F
7	Jaborandi	3100283448	84	75	7,842	Tanque	F
8	Jaborandi	3100283520	66	59	3,310	Tanque	-
9	Jaborandi	3100283538	71	61	4,650	Tanque	-
10	Jaborandi	3100283492	72	62	3,48	Tanque	F

3.2 PREPARAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DOS SURUBINS PARA TANQUE ESCAVADO

Nos dias 10 de março e 14 de abril de 2025, foram transferidos dois e, posteriormente, três indivíduos de surubim (*S. scriptum*) para um tanque escavado, previamente preparado com o apoio dos demais colaboradores do projeto. A transferência teve como objetivo promover o bem-estar dos animais e acompanhar sua adaptação às condições de cultivo extensivo (Figura 3.1).



Figura 3.1: A – Preparação do tanque escavado com aplicação de cal (calagem); B – Processo de maturação do ambiente e aferição dos parâmetros físico-químicos da água; C – Soltura dos exemplares de *S. scriptum* no tanque.

3.2 MANUTENÇÃO

O processo de adaptação dos peixes em cativeiro é complexo, envolvendo diversos fatores ambientais, genéticos e de manejo. Os indivíduos capturados encontram-se bem adaptados, uma vez que já aceitam a alimentação à base de peixes mortos (lambaris), ofertados a cada dois dias (Figura 3.2).

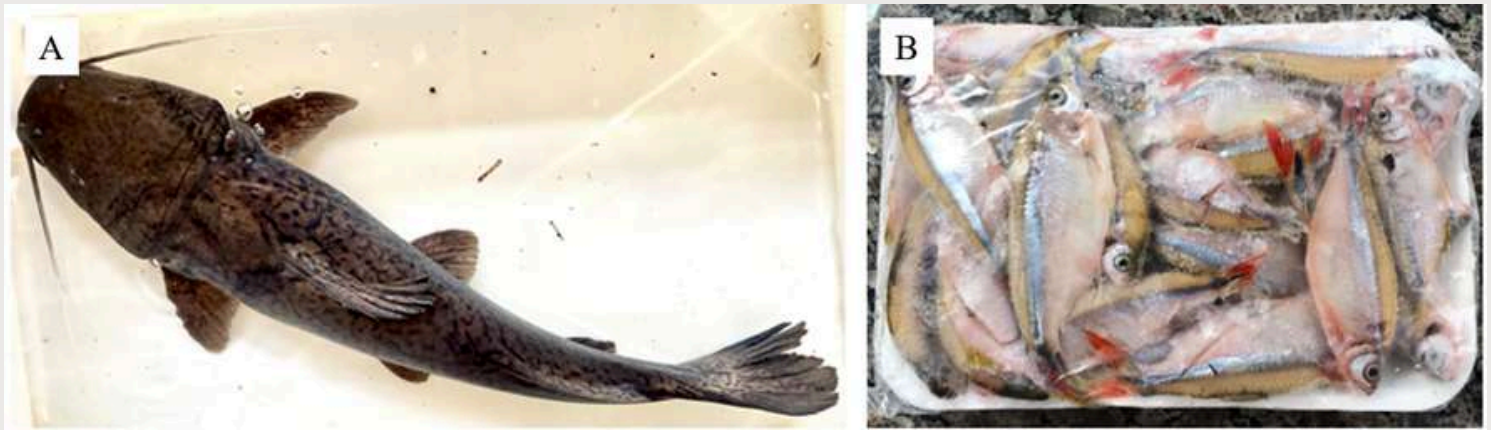


Figura 3.2: A - Exemplar de surubim-letra (*S. scriptum*) com adaptação ao cativeiro, demonstrando comportamento ativo e saudável; B - lambaris utilizados como alimento, ofertados a cada dois dias.

Contudo, é importante destacar que, apesar dos esforços para proporcionar um ambiente adequado e semelhante ao habitat natural, o manejo em cativeiro demanda atenção constante e cuidados diários. Dessa forma, realizamos diariamente a aferição de parâmetros básicos da água, como pH e amônia. Quando identificadas alterações nesses parâmetros, é realizada a troca parcial da água nos tanques de recirculação até que os níveis sejam restabelecidos. Durante esse processo, são adicionados anticloro e estabilizantes, visando garantir o melhor desempenho zootécnico dos peixes (Figura 3.3).



Figura 3.3: Kits utilizados para acompanhamento diário dos parâmetros básicos da água.

3.3 MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS DA ÁGUA

Entre os meses de dezembro e maio, foi realizado o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos da água nos três sistemas de cultivo utilizados: tanques retangulares e circular (ambos com sistema de recirculação) e tanque escavado (com renovação contínua da água).

Observou-se maior variação nos níveis de pH, amônia, nitrito e nitrato nos tanques com recirculação, especialmente no tanque retangular, evidenciando o acúmulo de metabólitos e a necessidade de ajustes frequentes no manejo da qualidade da água. Em contraste, o tanque escavado apresentou parâmetros mais estáveis ao longo dos meses, o que pode ser atribuído à renovação constante da água, favorecendo a diluição de compostos nitrogenados e a manutenção de melhores condições físico-químicas (Figura 3.4).

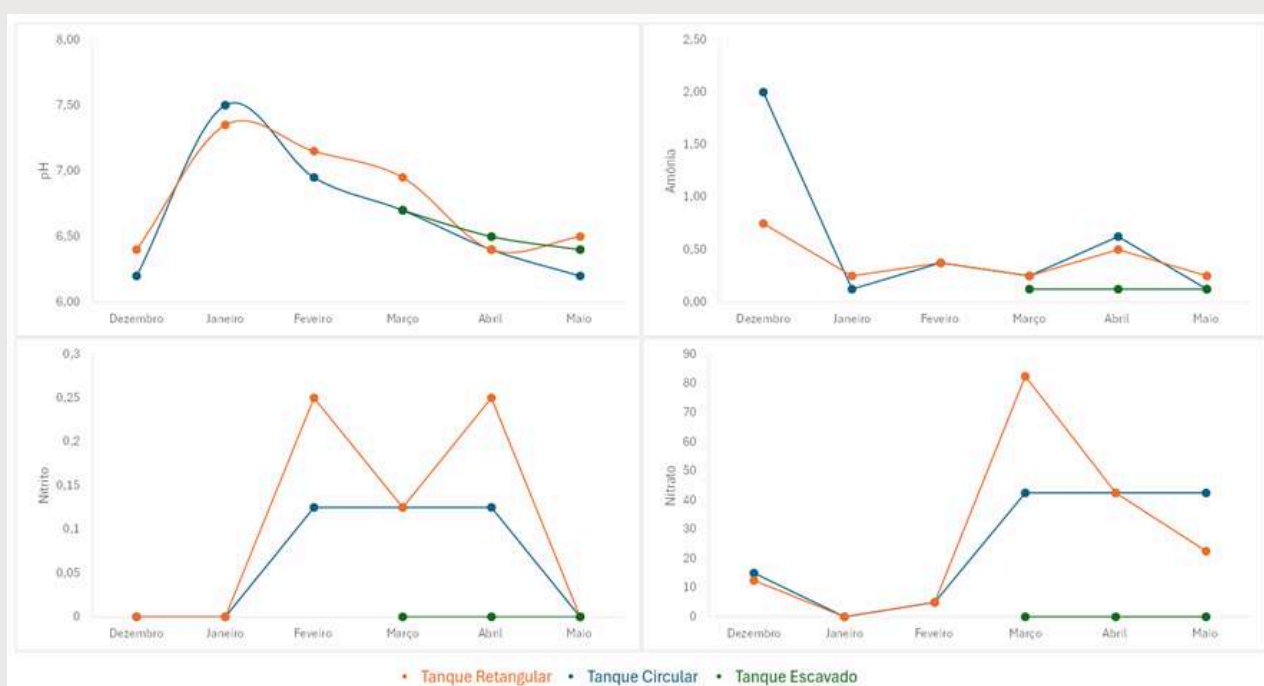


Figura 3.4: Variação dos parâmetros físico-químicos da água (pH, amônia, nitrito e nitrato) nos diferentes sistemas de cultivo utilizados para *S. scriptum*, entre dezembro de 2024 e maio de 2025.

Apesar das oscilações observadas nos tanques com recirculação, o monitoramento contínuo permitiu a implementação de ações corretivas, visando assegurar o bem-estar dos peixes e manter a qualidade da água em níveis adequados. O acompanhamento segue sendo realizado de forma sistemática, com foco na prevenção e mitigação de desequilíbrios que possam comprometer a sanidade dos animais, permitindo ajustes dinâmicos nas estratégias de manejo conforme as particularidades de cada sistema.

3.4 PRÁTICA DE GINOGÊNESE

Entre fevereiro e março de 2025, membros da equipe realizaram ginogênese de jundiá (*Rhamdia quelen*). A ginogênese é uma técnica que gera embriões cujo genoma tem apenas contribuição materna, nenhuma paterna. Como o jundiá é um siluriforme assim como o surubim-letra, a experiência obtida com eles será útil quando tentarmos adaptar os protocolos de reprodução ao surubim.

Para a ginogênese do jundiá (Figura 3.5), a equipe induziu duas fêmeas de jundiá com duas doses de hipófise desidratada de carpa (primeira dose: 0,6 mg kg⁻¹; segunda dose: 6 mg kg⁻¹) com intervalo de 8 horas a 26 °C. Cerca de 8 horas após a aplicação da segunda dose, os oócitos foram extrusados por massagem abdominal e coletados em recipientes plásticos. A massa de oócitos foi inseminada com 70 µL de sêmen de lambari inativado por radiação UV (280 nm) a uma dose de 120 mJ cm⁻². A fertilização foi realizada com a adição de 50 mL de água de clorificada. Após 2 minutos de fertilização, foi dado um choque de temperatura 38°C por 2 minutos para a retenção do 2º corpúsculo polar, para que se resultem embriões com dois conjuntos de cromossomos de

origem materna, e nenhum de origem paterna. Os embriões ginogenéticos foram incubados a 26 °C em aquários de 20 L com bombas de oxigênio e temperatura controlada. Entretanto, nenhum indivíduo ginogenético sobreviveu até a fase da eclosão. Apenas o grupo controle (oócitos de jundiá fertilizados com sêmen de jundiá não irradiados) teve sobreviventes, os quais alcançaram a fase de alevinos. Antes da próxima estação reprodutiva, pretendemos adaptar o protocolo para melhorar a sobrevivência dos embriões. Essa experiência foi bastante valiosa em termos de aprendizado, e esperamos poder aplicar esse conhecimento quando obtivermos oócitos de surubim-letra.

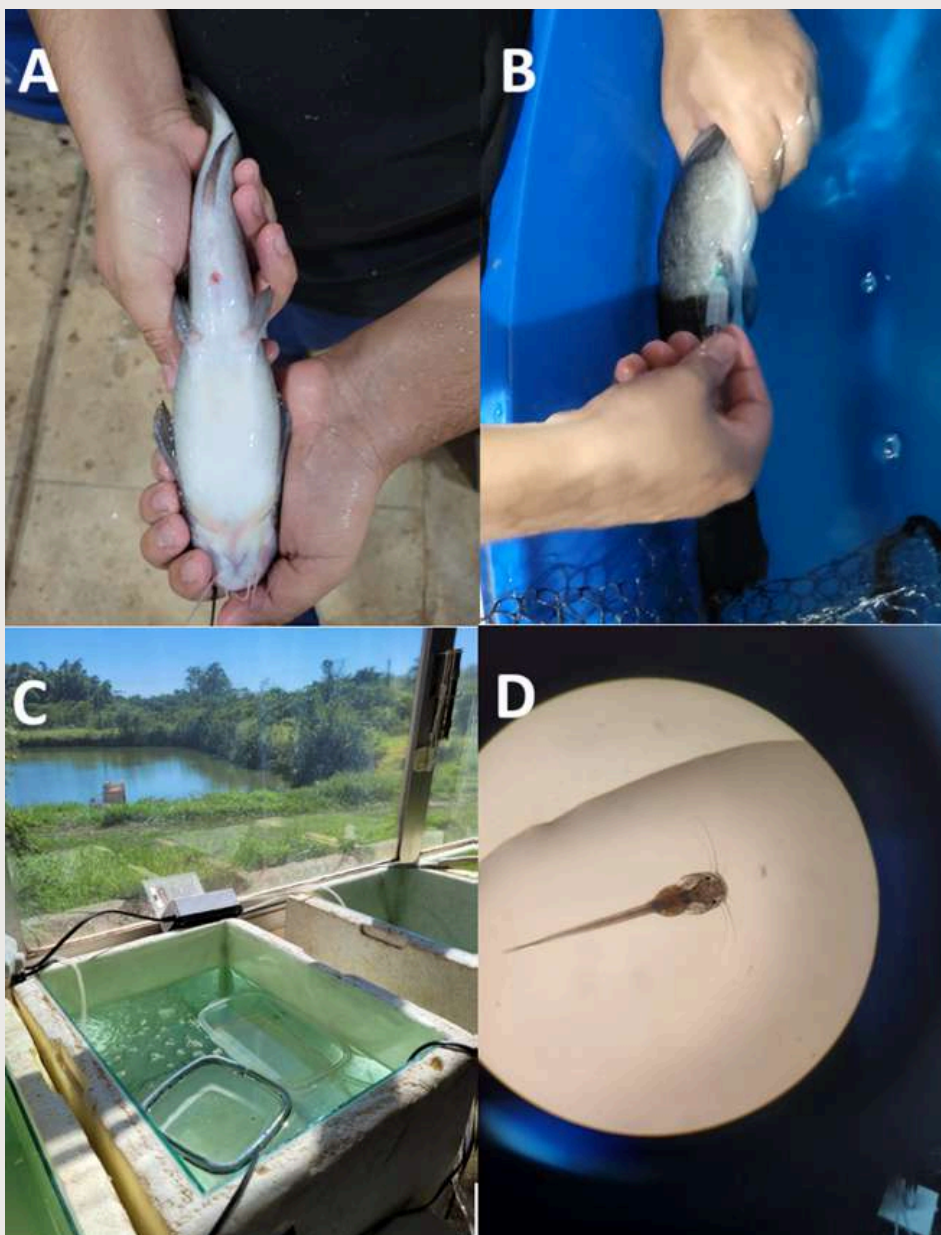


Figura 3.5: Reprodução de jundiá (*Rhamdia quelen*). A) Fêmea em estado reprodutivo, com ventre distendido. B) Indução hormonal por aplicação de hipófise de carpa. C) Incubação dos embriões em aquários de 20 L com bombas de oxigênio e temperatura controlada, mantida a 26 °C. D) Larva de jundiá uma semana após a eclosão, observada em estereomicroscópio.

3.5 CULTIVO DE CÉLULAS

Com o objetivo de estabelecer um protocolo de cultivo celular com fins aplicáveis à clonagem, foram coletados fragmentos da nadadeira caudal de exemplares da espécie-alvo para a preparação de culturas celulares. Devido à indisponibilidade de meio DMEM com glicose, utilizou-se o meio DMEM/F12 como alternativa.

As células foram inicialmente cultivadas em duas placas principais (“placas-mãe”) durante um período de 10 dias. Ao final desse período, ambas as placas apresentavam cerca de 50% de confluência e, então, foram submetidas à tripsinização. No entanto, após a passagem, as células não conseguiram aderir às novas placas, o que resultou na ausência de proliferação (Figura 3.6).

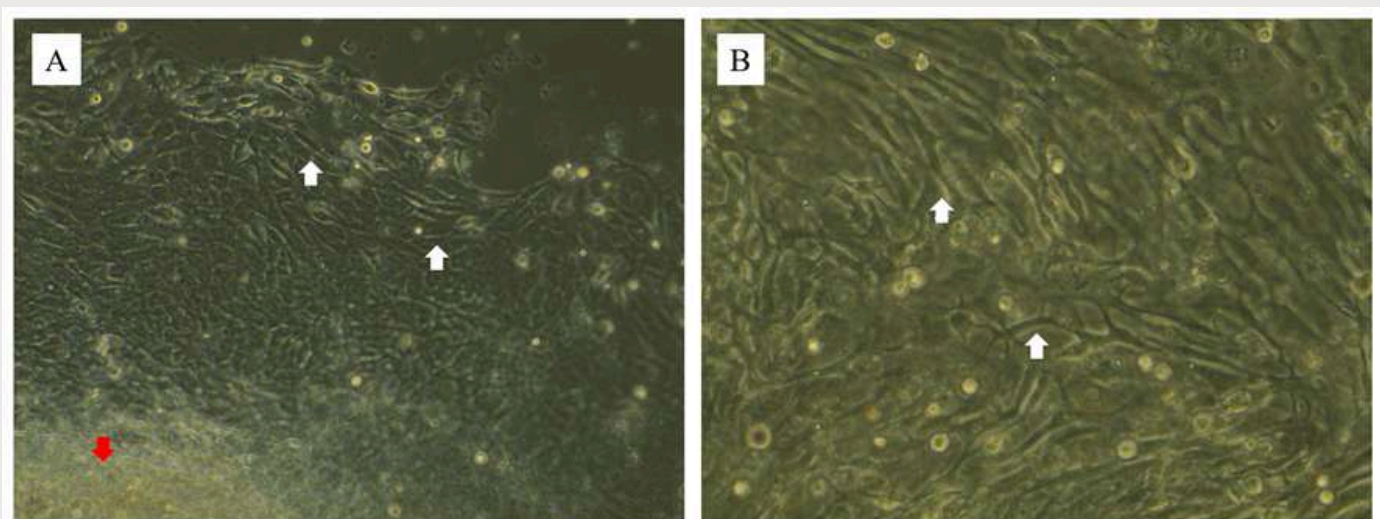


Figura 3.6: A - Fragmento de nadadeira caudal (indicado pela seta vermelha) utilizado como explante para cultivo celular. Ao redor, observam-se colônias celulares em processo de migração e proliferação (indicadas pelas setas brancas), evidenciando o início do estabelecimento *in vitro*; B - As setas indicam a visualização de fibroblastos.

Essa etapa inicial teve como foco a padronização de condições ideais para o crescimento celular até alcançar 100% de confluência, o que possibilitaria a criopreservação e, futuramente, a aplicação em protocolos de clonagem.

3.6 FERRAMENTAS MOLECULARES

Ao longo do primeiro semestre de 2025, membros da equipe estudaram maneiras de desenvolver algumas ferramentas moleculares para auxiliar os experimentos de biotecnologia da reprodução. Primeiramente, aprendeu-se a extrair RNA utilizando TRIzol (ThermoFisher, invitrogen, 15596026), conforme descrito por Rio *et al.*, 2010. O treinamento foi fornecido pela técnica de laboratório Arina Lázaro Rochetti, do laboratório do Professor Heidge Fukumatsu da FZEA-USP. O protocolo, seguido de quantificação de RNA e sua concentração por Qubit e NanoDrop, funcionou bem para amostras de nadadeira caudal de *Astyanax altiparanae* e *Astyanax mexicanus* congeladas em nitrogênio líquido. Foram coletadas amostras de nadadeira de alguns indivíduos de surubim machos e fêmeas, e a extração de RNA deles será testada pelo mesmo método.

Posteriormente, primers foram desenhados para o gene *slc45a2*, utilizando como base o genoma de referência de outras duas espécies de bagres, *Tachysurus fulvidraco* (NCBI NC_062538.1) e *Ictalurus punctatus* (NCBI NC_030433.2). A região escolhida é bastante conservada em Characiformes e Siluriformes (Figura 3.7), como verificado na sequência de referência de *Astyanax mexicanus* (NCBI NC_064424.1) e de *Colossoma macropomum* (NCBI NW_023494800.1). A região, que inclui o éxon 6 do gene *slc45a2*, já foi utilizada em pesquisas de engenharia genética de Zhang e colaboradores (2023) para peixes ornamentais cujo genoma ainda não foi sequenciado, da mesma maneira que ainda não temos uma

também contribuiu para a consolidação e o fortalecimento da parceria com a pousada, reafirmando o compromisso conjunto com a conservação e o manejo responsável da fauna aquática (figura 3.8).

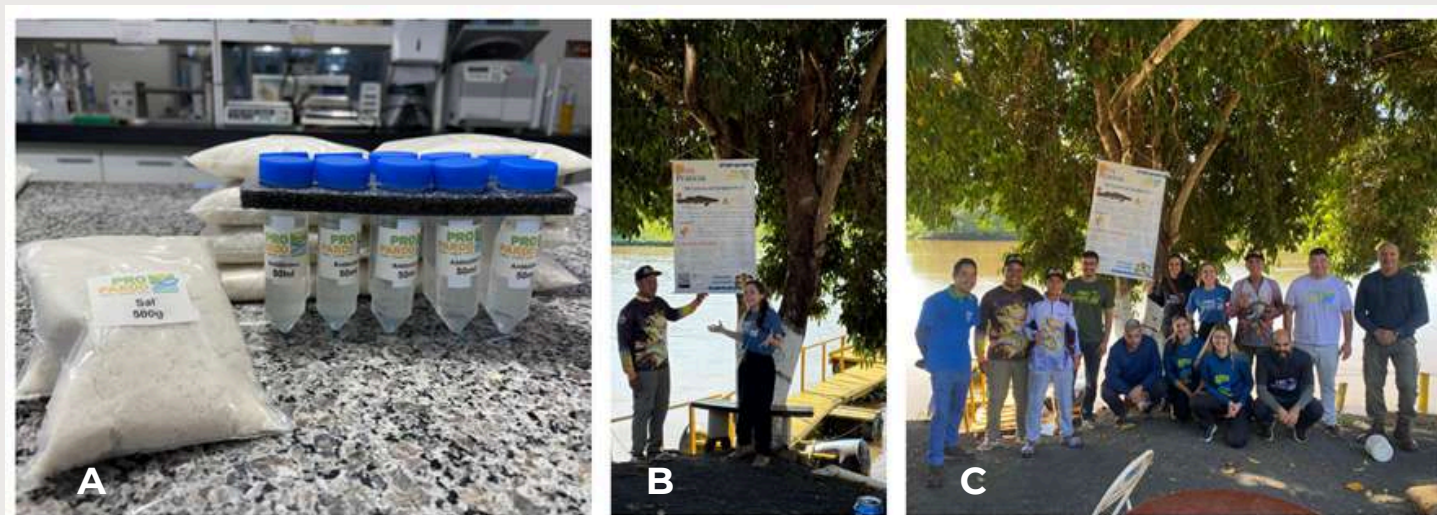


Figura 3.8: A - Sal e antibiótico fornecidos ao parceiro da ação para cuidados prévios após captura; B - Orientações e esclarecimentos sobre a ação e a captura do surubim; C - Equipe envolvida na atividade.

3.8 VISITAS DA COMUNIDADE

Durante esse período, o projeto recebeu visitas de membros da comunidade local e da comunidade acadêmica. Nesses momentos, foram apresentados os objetivos da pesquisa, as metodologias empregadas e os principais resultados alcançados até o momento. As visitas promoveram um importante intercâmbio de conhecimentos entre a equipe e o público visitante, fortalecendo o vínculo com a sociedade e contribuindo para a disseminação científica, além de destacar a relevância da pesquisa como resposta às demandas sociais (Figura 3.9).



Figura 3.9: Recepção e visitação ao laboratório de Biotecnologia de Peixes.

3.9 DISCIPLINA DE REPRODUÇÃO DE PEIXES

Durante esse período, foram desenvolvidas diversas atividades acadêmicas e práticas que contribuíram significativamente para a formação teórica e técnica da equipe. Destaca-se a atuação na disciplina VRA 3100 – Reprodução de Peixes, ofertada pelos docentes Prof^a Dr^a Mayra Elena Ortiz D’Avila Assumpção e Prof. Dr. George Shigueki Yasui, destinada aos alunos de graduação em Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo (USP). A disciplina foi realizada entre os dias 13 e 17 de janeiro, abrangendo atividades teóricas e práticas (Figura 3.10). Em uma das aulas teórico-práticas, ministrada pelo veterinário

Gustavo Amorim, foram apresentados alguns dados do projeto do Rio Pardo. Ao longo do semestre anterior, Gustavo Amorim auxiliou na análise de gônadas femininas e masculinas de surubim por meio de ultrassonografia, buscando a criação de um protocolo de diferenciação de machos e fêmeas por observação indireta. Imagens dessas ultrassonografias foram apresentadas aos alunos da disciplina (Figura 3.11) e, posteriormente, tiveram a oportunidade de dissecar e observar diretamente as gônadas de outras espécies de Siluriformes disponibilizadas pelo laboratório.



Figura 3.10: Aula teórica e prática para alunos de graduação em Med. Veterinária - USP.



Figura 3.11: Aula de Gustavo Amorim sobre ultrassonografia de peixes em que foi apresentada aos alunos imagens do surubim-letra.

3.10 PRINCIPAIS AVANÇOS

O presente projeto tem viabilizado a realização a aplicação de conhecimentos prévios, expedições e coleta de dados que vêm contribuído para o levantamento de informações científicas preciosas. Esses dados serão empregados em fases subsequentes do programa, promovendo a produção de novos conhecimentos, especialmente aqueles relacionados a espécie de peixe (*S. scriptum*) ameaçada de extinção. Isso possibilitará o apoio a medidas de conservação e manejo destinadas a essa espécie e seu ambiente.

AÇÃO 4

**MOBILIZAÇÃO DE AGENTES
MULTIPLICADORES E
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL DAS
COMUNIDADES DA BACIA DO RIO
PARDO**

COORDENADOR

ROGÉRIO R. G. MACHADO

RESPONSÁVEIS TÉCNICAS:

IZABEL C. B. DE GARCIA

MARIA GABRIELA A. DE OLIVEIRA

NATHALIA C. SOARES BARROS

EQUIPE

DAVI HINNCANDS DE OLIVEIRA

HATUS DE OLIVEIRA SIQUEIRA

JOSI PONZETTO

NELITON RICARDO FREITAS LARA

TATIANE C. PONZETTO DA SILVA

4. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

4.1 FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL E DE PARCERIAS

- Ampliação dos vínculos com secretarias municipais de Meio Ambiente, Agricultura e Educação;
- Conexões estratégicas com escolas, ONGs e centros culturais, como o Museu da Cana;
- Estreitamento de laços com comunidades locais e abertura para colaborações futuras.

4.2 EXPANSÃO E QUALIFICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

- Avanço na coleta direta de dados ambientais e entrevistas em campo, tais como, coleta de dados nos Municípios de Santa Rosa do Viterbo, Serrana e Cajuru;
- Integração de dados secundários (IBGE, Cetesb) com dados primários obtidos nas visitas técnicas;
- Identificação e suprimento de lacunas informacionais, especialmente em áreas de Minas Gerais;
- Caracterização ambiental do rio, medição de parâmetros de água em pontos com acesso para os municípios de São José do Rio Pardo, Mococa e Tambaú.

4.3 DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EDUCATIVAS

- Planejamento e agendamento de ações práticas com escolas e entidades locais;
- Elaboração de materiais didáticos alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC);
- Planejamento de atividades educativas sobre a bacia do Rio Pardo para as cidades de Santa Rosa de Viterbo, Jardinópolis, Sertãozinho, Brodowski e Ribeirão Preto.

4.4 COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO

- Fortalecimento da presença digital do projeto via redes sociais;
- Recebimento de informações da comunidade, como pescadores e moradores locais;
- Início de processos de mapeamento participativo com apoio comunitário;
- Apresentação do Programa Pró-Pardo para equipe CEPTA.

4.5 APOIO LOGÍSTICO E ADMINISTRATIVO

- Atuação das bolsistas na gestão da ação: organização de viagens, contatos, eventos e produção de conteúdo;
- Execução de funções administrativas essenciais ao andamento do projeto.

4.6 VISITAS TÉCNICAS REALIZADAS NO PERÍODO

Data	Reuniões	Campo
6 a 10 de maio de 2024	Ipuiúna – Secretaria de Meio Ambiente (Almir)	<p>Expedição até a nascente do Rio Pardo mais distante do centro urbano.</p> <p>Análise de parâmetros de água próximo à nascente e em perímetro urbano.</p> <p>Reunião de apresentação do Pró-Pardo na prefeitura com secretários de Meio Ambiente, Turismo e Educação.</p>
	Santa Rita de Caldas – Departamento de Meio Ambiente (Priscila)	<p>Reunião de apresentação do Pró-Pardo na prefeitura com o departamento de meio ambiente. Estabelecimento de parceria para uma segunda visita futura para conhecer e entrevistar as comunidades indígenas no território.</p> <p>Análise de parâmetros de água em bairro rural.</p>
	Andradas – Secretaria de Meio Ambiente (Cláudio)	<p>Reunião de apresentação do Pró-Pardo na prefeitura com a secretaria do meio ambiente, membros da CODEMA e secretaria do Planejamento.</p> <p>Análise de parâmetros de água próximo a barragens de Usinas Nucleares.</p>
10 a 13 de junho de 2024	Poços de Caldas/Bandeira do Sul (Marcos Vinícius Ferreira)	<p>Expedição para reconhecimento de pontos navegáveis do Rio Pardo entre Bandeira do Sul e Poços de Caldas.</p> <p>Entrevista com morador em área rural (Sr. Edésio Ramos)</p> <p>Reunião de apresentação do Pró-Pardo com a secretaria do Meio Ambiente.</p>
	Caldas (Ianka e Priscila)	<p>Visita e entrevistas às aldeias indígenas: Xucuru Kariri e Ibiramã Kiriri, acompanhada das secretárias de Meio Ambiente dos municípios de Caldas e Sta. Rita de Caldas.</p> <p>Análise de parâmetros de água em bairro rural.</p> <p>Entrevista com a secretaria de meio ambiente em campo.</p>

Data	Reuniões	Campo
21 de junho de 2024	Ribeirão Preto – Seminário SAGuas: Aquífero Guarani e Rio Pardo: demandas e ações	Evento realizado pela Associação de Defesa Regional do Meio Ambiente (SODERMA). Trouxe discussões acerca do uso de todo o Sistema Aquífero Guarani, juntamente com a importância do Rio Pardo, visto que é um recurso hídrico muito importante para a região.
23 de agosto de 2024	Caconde – 86º Reunião Ordinária do CBH-Pardo	Apresentação do Pró-Pardo na reunião do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Pardo em prol do estabelecimento de parcerias e trocas de informações.
12 e 13 de setembro de 2024	Bauru	Acompanhamento da rotina de laboratório referente à Ação 1 - Metagenômica do Projeto Pró-Pardo.
	Jaboticabal	Acompanhamento da rotina de laboratório referente à Ação 2 - Metagenômica do Projeto Pró-Pardo.
22 a 24 de outubro de 2024	São José do Rio Pardo – Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente (Murilo e Áureo)	Coleta de dados limnológicos em trechos urbanos do Rio Pardo. Reunião com a equipe de Agricultura e Meio Ambiente, em que além dos dados de entrevista, houve indicações de acesso ao Rio Pardo em áreas rurais: Fazenda Tubaca, Bairro Limoeiro.
	Mococa – Secretaria de Agricultura (Antônio Luís)	Reunião e entrevista com o secretário de Agricultura. A secretária de Meio Ambiente encontrava-se de licença maternidade. Coleta de dados limnológicos próximo à estação de captação do Rio Canoas (afluente do Rio Pardo).

Data	Reuniões	Campo
	Tambaú – Departamento de Meio Ambiente (Lucas e Isaac)	Coleta de dados limnológicos logo após a barragem hidrelétrica de Euclides da Cunha (UHE). Reunião e entrevista com o coordenador e com o fiscal do departamento de Meio Ambiente.
26 e 27 de novembro de 2024	Serrana – Secretaria de Infraestrutura (Luiz André e André Poiares)	Reunião e entrevista com a equipe da secretaria de infraestrutura. Coleta de dados limnológicos no Rio Pardo em área rural, sentido a Altinópolis.
	Santa Cruz da Esperança – Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente (César Augusto Almeida Silva e José Mauro Baltazar)	Reunião e entrevista com a equipe da secretaria de agricultura e meio ambiente. Coleta de dados limnológicos no Rio Pardo em área rural, sentido a Serra Azul.
	Cajuru – Secretaria de Meio Ambiente (Felipe Araújo)	Reunião e entrevista com o diretor de Meio Ambiente. Coleta de dados limnológicos no Rio Pardo em área rural, sentido a Santa Rosa de Viterbo (limite municipal).
	Santa Rosa de Viterbo – Secretaria de Meio Ambiente (Camila Fedel) e Instituto Nova Era (Ana Carolina e Janny)	Reunião e entrevista com a equipe de Educação Ambiental da secretaria de Meio Ambiente. Visita à Escola de Educação Ambiental de Nhumirim.

Data	Reuniões	Campo
11 a 13 de março de 2025	Ribeirão Preto – Secretarias de Meio Ambiente e de Educação (Rafaela, Perci e Moysés)	Reunião e entrevista com a equipe de Educação Ambiental representada pelas Secretarias de Meio Ambiente (Rafaela e Perci Guzzo) e de Educação (Moysés) Delineamento inicial de atividade escolar para a Semana de Meio Ambiente (jun/2025)
	Sertãozinho	Visita ao Museu da Cana para apresentação do projeto Pró-Pardo e para conhecer os projetos e materiais realizados pela equipe de educadores ambientais do Museu.
	Jardinópolis	Reunião e entrevista com a equipe a secretaria de Agricultura e Meio Ambiente.
	Brodowski	Reunião e entrevista com a equipe a secretaria de Agricultura e Meio Ambiente.

CÔMPUTO DOS TRABALHOS REALIZADOS:

Ações	Quantificação	Observações
Municípios visitados	16 (total: 58)	<p>Preferência aos municípios em que o Rio Pardo atravessa ou passa próximo à mancha urbana.</p> <p>Em função das eleições municipais de 2024, buscamos dar prioridade aos municípios em que houve reeleição de candidatos.</p>
Entrevistas realizadas mediante questionários	Total: 20 16 administrativos 2 comunidade indígena 1 equipe Museu da Cana 1 morador de área rural	<p>No caso das entrevistas administrativas (com as secretarias de meio ambiente) mais de um representante participou da coleta de dados (ex. secretários, fiscais, técnicos).</p>
Medição de parâmetros de água	Total: 16 7 pontos em Minas Gerais 9 pontos em São Paulo, sendo 1 destes em afluente do Rio Pardo (Rio Canoas – Mococa)	<p>OD, pH, temperatura, condutividade, salinidade, TSD.</p> <p>De acordo com os parâmetros previstos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, alterada pela Resolução 410/2009, todos os parâmetros medidos até então estão de acordo com os padrões previstos para qualidade de água para as Classes 1 e 2, salvo o ponto mais próximo da nascente que apresentou pH de 5,83 (parâmetros previstos: pH de 6 a 9).</p>
Publicações em rede social acerca do projeto (todas as ações)	Total: 16 Registros de Expedições (9) Informativos do Projeto (4) Divulgação de Dados (2) PAN Alto Paraná (1)	<p>Além da divulgação em si, as publicações promovem o contato entre pessoas da sociedade civil com as equipes do projeto e confiabilidade dos entrevistados quanto ao tempo de aplicação e seriedade do projeto.</p>

4.2 PRINCIPAIS AVANÇOS

O trabalho realizado entre abril de 2024 e abril de 2025 no âmbito da Ação 4 do Projeto Pró-Pardo representa um marco significativo no fortalecimento da educação ambiental e da articulação comunitária na Bacia do Rio Pardo. As atividades desenvolvidas transcenderam a coleta de dados e a elaboração de diagnósticos, promovendo um espaço real de escuta, participação e construção coletiva com os diversos atores sociais afetados pelo desastre ambiental histórico de 2003.

As visitas técnicas e as articulações com os municípios mostraram que a educação ambiental, quando contextualizada e participativa, tem potencial para reverter processos de invisibilização, reforçando o papel das comunidades na gestão dos seus próprios territórios. A abordagem adotada valorizou saberes locais, promoveu o diálogo entre instituições públicas e privadas e favoreceu o desenvolvimento de estratégias conjuntas para conservação dos recursos hídricos e recuperação dos danos socioambientais.

Outro aspecto de destaque foi a integração entre teoria e prática: ao mesmo tempo em que as bolsistas organizaram diagnósticos robustos e conteúdos alinhados à BNCC, também atuaram diretamente no campo, colhendo impressões, medindo parâmetros ambientais e fomentando parcerias com escolas, ONGs e secretarias. Essa articulação fortaleceu a credibilidade do projeto e consolidou sua identidade como iniciativa transformadora e de relevância pública.

A ação também se destacou pelo uso estratégico das mídias sociais como ferramenta de mobilização e comunicação, aproximando o projeto da população e abrindo espaço para contribuições voluntárias da comunidade.

Por fim, os avanços registrados indicam que a Ação 4 está preparada para entrar em uma nova fase de consolidação e ampliação, com potencial para se tornar referência em educação ambiental intermunicipal e participativa. O comprometimento das bolsistas e o engajamento das instituições envolvidas demonstram que, apesar dos desafios enfrentados, é possível transformar realidades por meio da escuta ativa, do conhecimento aplicado e do compromisso ético com o meio ambiente e com as pessoas.

AÇÃO 5

**PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A
CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES
AMEAÇADAS DE PEIXES DA BACIA DO
ALTO RIO PARANÁ - PAN ALTO PARANÁ**

COORDENADORA

ROSEMARY DE JESUS DE OLIVEIRA

EQUIPE

MALU ARAÚJO ALMEIDA

MEL AYUMI TAMADA SILVA

5. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

5.1 ELABORAÇÃO DO SUMÁRIO EXECUTIVO DO PAN ALTO PARANÁ

O Sumário Executivo é uma publicação em formato impresso e digital (Figura 5.1), que traz informações sintéticas e gráficas sobre o PAN, sendo utilizado para sua divulgação e reconhecimento junto a órgãos e demais entidades da sociedade, disponível no portal do ICMBio (<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-alto-parana>).

A Elaboração do Sumário foi finalizada em abril do corrente ano, tendo apoio financeiro do Pró-Pardo para a sua editoração e diagramação.

5.2 ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES E METAS DO PAN

A elaboração de Indicadores e Metas permitirão avaliar o alcance dos objetivos definidos para o PAN, no meio e no final de seu ciclo de execução, assim como, identificar a necessidade de ajustes às ações definidas para a proteção das espécies ameaçadas da bacia.

A elaboração da Matriz de Indicadores e Metas do PAN foi realizada no período de 3 a 6 de junho de 2024, contando com a participação do grupo de assessoramento técnico do PAN. Essa matriz também estará disponível no portal do ICMBio (<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-alto-parana>) a partir do segundo semestre de 2025. O desenvolvimento dessa

etapa, assim como as demais etapas de organização e gestão, conta com o apoio de uma bolsista vinculada ao Pró-Pardo.

5.3 ELABORAÇÃO DA VERSÃO FINAL DO MAPA DE ÁREAS ESTRATÉGICAS DO PAN - AE

O PAN Alto Paraná estabelece como sua área de abrangência a Macrorregião Hidrográfica do Paraná (Atualização das divisões hidrográficas do Brasil, IBGE 2021, disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html>), porém excluindo a mesorregião do Iguaçu (ou bacia do rio Iguaçu) que é alvo de PAN específico. Contudo, considerando a distribuição geográfica das espécies contempladas pelo PAN, verifica-se que estas estão concentradas em certas regiões. Além disso, algumas localidades ainda abrigam espécies com distribuição muito restrita, ou representam ambientes estratégicos para a manutenção de etapas cruciais do ciclo de vida de outras espécies. Com base nessas características, foram delimitadas inicialmente 19 áreas estratégicas para a implementação das ações do PAN, porém, após a junção de áreas sobrepostas, estas foram reduzidas para 14 na versão final do mapa, sendo a bacia do rio Pardo é uma dessas áreas – identificada como AE 08 (ver Anexo 5.5 – Mapa das Áreas Estratégicas do PAN). Para a atualização do mapa foram também desconsiderados os registros de três espécies (*Pseudopimelodus mangurus*, *Salminus brasiliensis* e *Rhinelepis áspera*), constantes da lista do estado do Paraná de 2024, que foram retiradas da lista, em atualização feita em 2024, e deixarão de constar também como contempladas do PAN Alto Paraná.

5.4 IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES DO PAN VINCULADAS AO PRÓ-PARDO

As Ações do PAN que interagem mais diretamente com o programa Pró-Pardo, e estão sendo apoiadas parcialmente por este programa, estão descritas a seguir.

Ação 5.1 - “Identificar áreas de ocorrência e avaliar a incidência de peixes híbridos nos principais rios da bacia do Alto rio Paraná”

Resultados esperados: Mapeamento da ocorrência e do grau de hibridação (proporção de híbridos F1 e pós F1) de peixes, localização de pisciculturas e focos de introdução de híbridos na bacia do Alto Paraná. Utilização das informações geradas para o estabelecimento de estratégias de conservação que tratem dos impactos de híbridos sobre espécies-alvo do PAN.

Status da Ação: Iniciada no primeiro semestre de 2024. Como sua primeira etapa de execução da ação, está sendo medida a frequência de híbridos entre o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e a cachara (*P. reticulatum*). Foram coletadas amostras de tecido de peixes nos rios Grande, Pardo e Mogi-Guaçu e realizadas análises de DNA utilizando quatro marcadores moleculares.

Resultados parciais obtidos no período: Até o momento, os resultados revelaram a presença de 47 híbridos (todos pós-F1), 13 pintados puros e apenas 2 cacharas. Os dados indicam uma preocupante redução das populações puras de pintado e perda de sua identidade genética, causada principalmente por cruzamentos entre híbridos e retrocruzamentos.

Ação 7.1 - Mapear e diminuir as lacunas amostrais nas bacias com ocorrência de espécies-alvo com distribuição restrita

Resultados esperados: Melhor conhecimento taxonômico das espécies-alvo e complementação dos dados de distribuição das espécies com distribuição restrita na bacia do Alto Paraná.

Status da Ação: Iniciada no primeiro semestre de 2024 – foram realizadas três expedições de coleta, abrangendo os municípios de Mogi das Cruzes, Salesópolis, Ribeirão Pires, Santo André e Suzano, na região do Alto Tietê/SP e os municípios de Alexânia e Cristalina/GO, e região no entorno de Brasília/DF.

Resultados parciais obtidos no período: Na região do Alto Tietê foram mapeados trechos de riachos em 53 localidades amostradas e 37 espécies foram inventariadas nas duas campanhas, sendo uma delas a espécie ameaçada *Pseudotocinclus tietensis*, na categoria EN. Outras 21 localidades foram amostradas e mapeadas nas bacias dos rios São Bartolomeu e São Marcos/GO e DF. Essas coletas tinham como alvo as espécies *Hasemania crenuchoides*, *Rhinolekos schaeferi* e *Characidium onca*. A espécie *R. schaeferi* foi amostrada na sua localidade-tipo e em mais duas localidades (uma na mesma microbacia, e outra na microbacia do rio Congonhas, na mesma drenagem), porém *Hasemania crenuchoides* não foi encontrada em nenhum dos riachos amostrados. Todas as localidades amostradas estão sendo descritas quanto os impactos antrópicos e sua ictiofauna nativa. Esses dados serão fundamentais para reavaliações futuras do risco de extinção dessas espécies, assim como, para a execução das ações das Ações 7.2 e 7.3 do PAN.

Ação 7.2 - Desenvolver programa de educação ambiental voltado às espécies-alvo com distribuição restrita

Resultados esperados: Elaboração de diretrizes de educação ambiental, contendo especificações de público-alvo, estratégias de atuação e materiais didático-pedagógicos, tendo como foco a conservação de espécies alvo do PAN.

Status da Ação: Iniciada no primeiro semestre de 2024, contando com as informações parciais geradas na ação 7.1 para a produção de materiais.

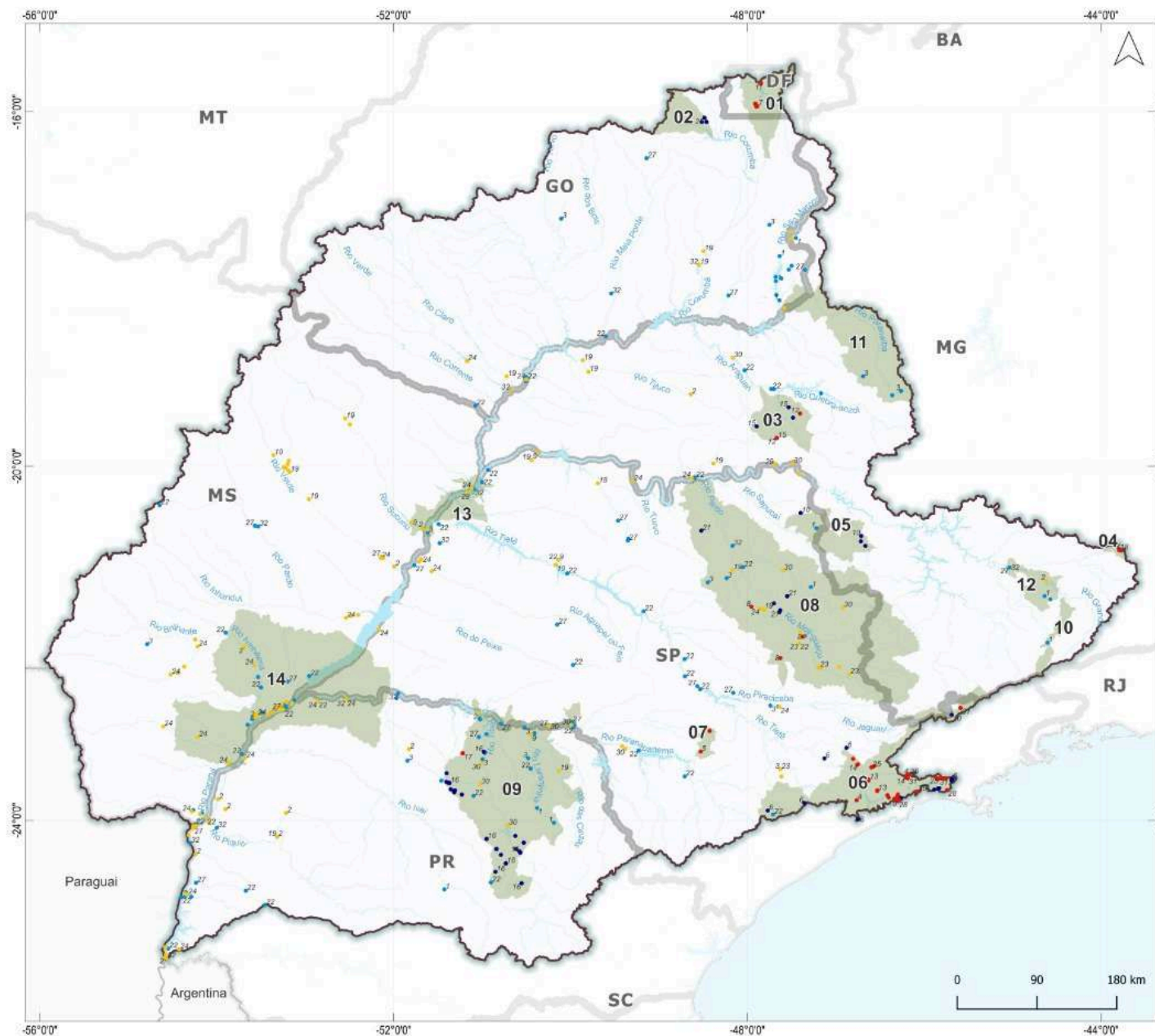
Resultados parciais obtidos no período: Foi elaborada uma prancha com as espécies ameaçadas de distribuição restrita do PAN Alto Paraná e um panfleto de divulgação dessas espécies. Esse material foi produzido pela equipe do Prof. Welber Smith (articulador da ação), e distribuído no XXV Encontro Brasileiro de Ictiologia (EBI) que ocorreu em Palmas - TO, entre os dias 26 - 31 de janeiro de 2025. O material também está sendo utilizado nas atividades de educação ambiental do Pró-Pardo.

5.5 ANEXO



Ministério do Meio Ambiente
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
 Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental - CEPTA

ÁREAS ESTRATÉGICAS DO PAN ALTO PARANÁ - VERSÃO FINAL



Legenda

- Países da América do Sul
- Brasil - Limites estaduais
- Área de Abrangência do PAN Alto Paraná
- Áreas estratégicas do PAN Alto Paraná
- Hidrografia

- Ocorrências de espécies contempladas no PAN (SALVE/ICMBio, 2025)
- Ameaçada com distribuição ampla
 - Ameaçada com distribuição restrita
 - Quase ameaçada ou ameaçada em lista vermelha estadual, com distribuição ampla
 - Quase ameaçada ou ameaçada em lista vermelha estadual, com distribuição restrita

Áreas estratégicas

- | | |
|--|--|
| AE 01 - 2 espécies | AE 09 - 11 espécies |
| *7-Characidium onca:EN (validada) | 1-Brycon nattereri:LC/ EN(MG)/ CR(SP) |
| *11-Hasemania crenichoides:EN | 2-Brycon orbignyanus:CR |
| AE 02 - 1 espécie | 3-Bunocephalus lara:LC/ VU(SP) |
| *26-Rhinolekos schaeferi:NT | 9-Crenicichla jupiaensis:EN |
| AE 03 - 2 espécies | *16-Isbrueckerichthys calvus:NT |
| *12-Hasemania uberaba:EN | *17-Isbrueckerichthys saxicola:EN |
| *15-Hyphessobrycon vaio:NT | 19-Mylopius tiete:EN |
| AE 04 - 1 espécie | *22-Piaractus mesopotamicus:NT |
| *18-Microlepidogaster perforata:CR | 24-Pseudoplatystoma corruscans:VU |
| AE 05 - 2 espécies | 27-Schizodon altoparanae:NT |
| 1-Brycon nattereri:LC/ EN(MG)/ CR(SP) | 30-Steindachneridion scriptum:EN |
| *10-Harttia gracilis:NT | AE 10 - 1 espécie |
| AE 06 - 10 espécies | 1-Brycon nattereri:LC/ EN(MG)/ CR(SP) |
| *4-Cambeva pacolense:EN | AE 11 - 2 espécies |
| *6-Characidium oiticica:NT | 3-Bunocephalus lara:LC/ VU(SP) |
| *10-Harttia gracilis:NT | 24-Pseudoplatystoma corruscans:VU |
| *13-Heplopterus multiradiatus:CR (PEX) | AE 12 - 4 espécies |
| *14-Hyphessobrycon duragenys:EN | 1-Brycon nattereri:LC/ EN(MG)/ CR(SP) |
| 22-Piaractus mesopotamicus:NT | 2-Brycon orbignyanus:CR |
| 23-Prochilodus vimboides:VU | 27-Schizodon altoparanae:NT |
| *25-Pseudotocinclus tietensis:EN | 32-Zungaro jahu:NT |
| *28-Spinttherobolus papilliferus:EN | AE 13 - 8 espécies |
| *31-Taunayia bifasciata:VU | 2-Brycon orbignyanus:CR |
| AE 07 - 2 espécies | 3-Bunocephalus lara:LC/ VU(SP) |
| *5-Cambeva pascuali:CR | 9-Crenicichla jupiaensis:EN |
| *20-Neoplecostomus botucatu:VU | 22-Piaractus mesopotamicus:NT |
| AE 08 - 10 espécies | 24-Pseudoplatystoma corruscans:VU |
| 1-Brycon nattereri:LC/ EN(MG)/ CR(SP) | 27-Schizodon altoparanae:NT |
| 3-Bunocephalus lara:LC/ VU(SP) | 29-Steindachneridion punctatum:DD/EN(validada) |
| *8-Chasmocranus brachynemus:EN | 32-Zungaro jahu:NT |
| 19-Mylopius tiete:EN | AE 14 - 6 espécies |
| *21-Phallotorynus jucundus:NT | 2-Brycon orbignyanus:CR |
| 22-Piaractus mesopotamicus:NT | 19-Mylopius tiete:EN |
| 23-Prochilodus vimboides:VU | 22-Piaractus mesopotamicus:NT |
| 24-Pseudoplatystoma corruscans:VU | 24-Pseudoplatystoma corruscans:VU |
| 30-Steindachneridion scriptum:EN | 27-Schizodon altoparanae:NT |
| 32-Zungaro jahu:NT | 32-Zungaro jahu:NT |

*Espécies de pequeno porte com distribuição restrita a poucas localidades



Fontes: Países da América do Sul, Limite Estadual, Hidrografia: IBGE, 2023. Ocorrências de espécies: SALVE/ICMBio, 2025. Área de Abrangência e áreas estratégicas do PAN Alto Paraná: ICBio/CEPTA, 2025. Categorias de risco de extinção: Lista nacional de espécies ameaçadas (Portaria MMA no 148/2022). Referências adicionais: SALVE/ICMBio - para espécies categorizadas na avaliação nacional como "quase ameaçada (NT)" e como "ameaçada" validada, mas ainda não publicada, e Listas estaduais de SP (Decreto Estadual no 63.853/2016) e de MG (Deliberação Normativa COPAM nº 147/2010)

AE	Trecho de rio ou região abrangida	Espécies com registro na AE (Base de dados ICMBio/SALVE, 2025)
1	Rio São Bartolomeu	<i>Characidium onca</i> <i>Hasemanina crenuchoides</i>
2	Rio Corumbá	<i>Rhinolekos schaeferi</i>
3	Cabeceiras do Rio Uberaba	<i>Hasemanina Uberaba</i> <i>Hyphessobrycon uaiso</i>
4	Rio Carandaí	<i>Microlepidogaster perforata</i>
5	Rio São João e Rio Sapucaí/Bacia do Rio Grande	<i>Brycon nattereri</i> <i>Harttia gracilis</i>
6	Região Alto Rio Tietê	<i>Cambeva paolence</i> <i>Characidium oiticicai</i> <i>Harttia gracilis</i> <i>Heptapterus multiradiatus</i> <i>Hyphessobrycon duragenys</i> <i>Piaractus mesopotamicus</i> <i>Prochilodus vimboides</i> <i>Pseudotocinclus tietensis</i> <i>Spintherobolus papilliferus</i> <i>Taunayia bifasciata</i>
7	Rio Tamanduá-Pardo/bacia do Paranapanema	<i>Cambeva pascuali</i> <i>Neoplecostomus botucatu</i>
8	Bacia Pardo-Mogi-Guaçu	<i>Brycon nattereri</i> <i>Bunocephalus larai</i> <i>Chasmocranus brachynemus</i> <i>Myloplus tiete</i> <i>Phallotorynus jucundus</i> <i>Piaractus mesopotamicus</i> <i>Prochilodus vimboides</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> <i>Steindachneridion scriptum</i> <i>Zungaro jahu</i>
9	Região Tibagi-Laranjinha-Rio das Cinzas	<i>Brycon nattereri</i> <i>Brycon orbignyanus</i> <i>Bunocephalus larai</i> <i>Crenicichla jupiaensis</i> <i>Isbrueckerichthys calvus</i> <i>Isbrueckerichthys saxicola</i> <i>Myloplus tiete</i> <i>Piaractus mesopotamicus</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> <i>Schizodon altoparanae</i> <i>Steindachneridion scriptum</i>
10	Rio Aiuruoca	<i>Brycon nattereri</i>
11	Rio Paranaíba (montante do reservatório de Emborcação)	<i>Bunocephalus larai</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>

AE	Trecho de rio ou região abrangida	Espécies com registro na AE (Base de dados ICMBio/SALVE, 2025)
12	Alto Rio Grande	<i>Brycon nattereri</i> <i>Brycon orbignyanus</i> <i>Schizodon altoparanae</i> <i>Zungaro jahu</i>
13	Região Ilha Solteira	<i>Brycon orbignyanus</i> <i>Bunocephalus larai</i> <i>Crenicichla jupiaensis</i> <i>Piaractus mesopotamicus</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> <i>Schizodon altoparanae</i> <i>Steindachneridion punctatum</i> <i>Zungaro jahu</i>
14	Região Ivinhema-Paraná	<i>Brycon orbignyanus</i> <i>Myloplus tiete</i> <i>Piaractus mesopotamicus</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> <i>Schizodon altoparanae</i> <i>Zungaro jahu</i>

AÇÃO 6

SUORTE OPERACIONAL E DE INFRAESTRUTURA

COORDENADOR

FERNANDO ROCCHETTI DOS SANTOS

EQUIPE

BENEDITO JOSÉ FATORETTO

DAVI HINNCANDS DE OLIVEIRA

HATUS DE OLIVEIRA SIQUEIRA

JOSI PONZETTO

RAPHAEL RODRIGUES PASTORI

6. ETAPAS REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

6.1 LOGÍSTICA

- Contratação de serviços (aluguel e manutenção veicular para apoio as atividades realizadas, análises de água em empresa especializada, sequenciamento de DNA, eletricitista especializado, instalação de câmeras e melhoria da rede lógica de internet (wifi e cabeada), manejo e limpeza de tanques, serviço especializado de ultrassonografia em peixes, desenvolvimento de adesivos do Pardo para identificação veicular em campo, contratação de gráficas para impressão de banner de divulgação do projeto, contratação de serviço de diagramação em apoio a publicação de sumário executivo do PAN Alto Paraná, serviço especializado de serralheiro, dentre outros);
- Aquisição de bens - equipamentos laboratoriais: centrífuga, lupa, homogeneizador, refrigeradores, ar-condicionado, dentre outros; materiais de consumo (reagentes); caixa de som; microfones; passagens aéreas e terrestres; dentre outros;
- Contratação de treze bolsistas diretamente relacionados com o Programa para Conservação *in situ* e *ex situ* da Biodiversidade Aquática do Rio Pardo;
- Apoio logístico a todas as expedições realizadas até o momento (21 expedições de campo e 11 eventos de divulgação);
- Gestão processual/operacional (termo Aditivo, processamento de doações e transferências dos bens adquiridos pelo programa).

6.2 PRINCIPAIS AVANÇOS

O apoio logístico do ICMBio/CEPTA prestado para o segundo ciclo do projeto (abril 2024 – abril 2025) permitiu a realização de 21 expedições a campo, e 42 deslocamentos entre visitas técnicas e reuniões. Possibilitou também a publicação de editais para contratação de bolsistas envolvidos diretamente com o projeto, e mais de 152 processos de compras envolvendo todas as ações do programa. Todas as etapas realizadas estão sistematizadas junto ao Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e ao Sistema de Concessão de Diárias e Passagens (SCDP), utilizados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, e junto ao sistema administrativo Conveniar, gerenciado pela FEST. As aquisições propostas para a Ação 6 são implementadas conforme a necessidade de cada atividade. Elas são prioritariamente destinadas a apoiar as ações científicas e de pesquisa do programa, com o potencial de viabilizar a continuidade de pesquisas futuras, e projetos similares em colaboração com o ICMBio/CEPTA.



PRÓXIMOS PASSOS

DETALHAMENTO DAS ETAPAS
SUBSEQUENTES.



PRÓXIMOS PASSOS



AÇÃO 1 - Metagenômica

- FINALIZAÇÃO DAS TRIAGENS DO SEGUNDO CICLO;
- FINALIZAR A EXTRAÇÃO DE DNA E IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DAS LARVAS DO PRIMEIRO CICLO;
- SEQUENCIAR OS POOLS DE OVOS E AS AMOSTRAS DE OVOS INDIVIDUAIS, PARA VERIFICAR A OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS;
- INICIAR A IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DAS AMOSTRAS DO SEGUNDO CICLO.



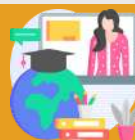
AÇÃO 2 - Limnologia

- DAR CONTINUIDADE AS COLETAS MENSAIS E QUINZENAS (A PARTIR DE OUTUBRO DE 2025);
- CONTINUIDADE A DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA ECOLOGIA DA PAISAGEM DO ENTORNO DOS PONTOS DE COLETA;
- REALIZAR A ASSOCIAÇÃO DOS DADOS DE ICTIOPLÂNCTON COM OS LIMNOLÓGICOS.



AÇÃO 3 - Reprodução

- CONTINUAR A DOMESTICAÇÃO DE EXEMPLARES SELVAGENS DE SURUBIM-LETRA CAPTURADOS;
- REALIZAR CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO PLANTEL SELVAGEM;
- REALIZAR A REPRODUÇÃO ARTIFICIAL, DESENVOLVIMENTO INICIAL E LARVICULTURA UTILIZANDO TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O SURUBIM-LETRA *STEINDACHNERIDION SCRIPTUM*.



AÇÃO 4 - Ed. Ambiental

- EXPOSIÇÃO DE ESPÉCIMES E LABORATÓRIO ITINERANTE:
Santa Rosa de Viterbo – Escola de Educação Ambiental de Nhumirim - Turma única de 25 alunos de anos escolares variados;
Sertãozinho – Semana Nacional dos Museus - Turma única de 40 alunos de anos escolares variados;
Ribeirão Preto – Semana de Meio Ambiente “Nas Águas do Pardo e nas Profundezas do Guarani – Conhecer e Conservar” - 6 Turmas com até 80 alunos de anos escolares variados.
- REUNIÕES PARA APRESENTAR O PRÓ-PARDO:
Caconde (setembro) - Administrativo;
Divinolândia (setembro) - Administrativo.
- FINALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL;
- CONTINUAR O FORTALECIMENTO DA PRESENÇA DIGITAL DO PROJETO NAS REDES SOCIAIS.



AÇÃO 5 - Plano de Ação

- REALIZAÇÃO DA PRIMEIRA OFICINA DE MONITORIA DO PAN E ORGANIZAÇÃO DA OFICINA DE AVALIAÇÃO DE MEIO TERMO;
- DAR CONTINUIDADE À IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES JÁ INICIADAS;
- ARTICULAÇÃO E PLANEJAMENTO, JUNTO AOS PARCEIROS, PARA VIABILIZAR A IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES AINDA NÃO INICIADAS;
- DIVULGAÇÃO DO SUMÁRIO EXECUTIVO E DAS ÁREAS ESTRATÉGICAS DO PAN AOS ÓRGÃOS OFICIAIS E À SOCIEDADE COM UM TODO;
- DIVULGAÇÃO DAS AÇÕES E RESULTADOS DO PAN NAS MÍDIAS SOCIAIS DO CEPTA E ICMBIO;



AÇÃO 6 - Apoio Operacional

- DAR CONTINUIDADE AO APOIO LOGÍSTICO E OPERACIONAL, E ÀS IMPLEMENTAÇÕES JÁ PROPOSTAS.



BIBLIOGRAFIA

- Azevedo-Santos VM, Daga VS, Pelicice FM, Henry R. 2021. Drifting in a free-flowing river: Distribution of fish eggs and larvae in a small tributary of a Neotropical reservoir. *Biota Neotropica*, 21(4). e20211227.
- BARLETTA, Mário et al. Conservação de peixes e habitats aquáticos na América do Sul: um panorama continental com ênfase em sistemas neotropicais. *Revista de biologia de peixes*, v. 76, n. 9, pág. 2118-2176, 2010.
- Baumgartner GK, Nakatani L, Gomes C, Bialezki A, Sanches PV, Makrakis MC. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, *Brazilian Environmental Biology of Fishes*. 71(2): 115-125.
- Bialezki A, Nakatani K, Sanches PV, Baumgartner G, Gomes LC. 2005. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environ Biol Fishes*. 73:37–47.
- Brambilla EM, Silva LGM, Baumgartner LJ, Bialezki A, Nogueira MG. 2022. Dispersal of fish eggs and larvae in a cascade of small hydropower plants with fish ladders. *Hydrobiologia* 849:339–356. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04425-5>.
- Brambilla EM, Suiberto MR, Bialezki A, Porto-Foresti F, Nogueira MG. 2025. Extreme climatic events affecting freshwater fish reproduction in the Neotropics. *Brazilian Journal of Biology*. 85:e289459. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.289459>.



BIBLIOGRAFIA

- Brinoccoli YF, Garrido GG, Alvarez A. 2020. DNA barcoding identifies three species of croakers (Pisces, Sciaenidae) in the ichthyoplankton of the High Paraná River. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias*, 92(01). e20180783.
- Carnelós RC, Benedito-Cecílio E. 2002. Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes Sciaenidae) in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Braz Arch Biol Technol* 45. 317-324.
- Castagnolli MC. 2008. Ictiofauna nos trechos médio e baixo rio Pardo, Alto Paraná: inventário.
- COMIZZOLI, Pierre; HOLT, William V. Avanços e perspectivas recentes na preservação de germoplasma de espécies raras e ameaçadas de extinção. *Ciências Reprodutivas na Conservação Animal: Progresso e Perspectivas*, p. 331-356, 2014.
- Cunico AM, Graça WJ, Veríssimo S, Bini LM. 2002. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 24. 383 – 389.
- Dagosta FCP, Monção MS, Nagamatsu BA, Pavanelli CS, Carvalho FR, Lima FCT, Langeani F, Dutra GM, Ota RR, Seren TJ, Tagliacollo V, Menezes NA, Britski HA, de Pinna M. 2024. Fishes of the upper rio Paraná basin: diversity, biogeography and conservation. *Neotrop Ichthyol*. 22(1):e230066. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0066>.
- de Lima AF, Makrakis MC, da Silva PS, de Azevedo AV, Makrakis S, Assumpção L, Andrade FF, Dias JHP. 2013. Padrões de distribuição e ocorrência espaço-temporal de



BIBLIOGRAFIA

ovos e larvas de peixes nos Rios Pardo e Anhanduí, bacia do alto rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 11(1): 7 – 13.

- Ficetola GF, Miaud C, Pompanon F, Taberlet P. 2008. Species detection using environmental DNA from water samples. *Biology Letters*. 4(4), 423–425.
- Fontenele OPJT. 1978. Análise dos resultados de introdução da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), nos açudes do nordeste. *Boletim Técnico DNOCS* 36: 85-112.
- GODINHO, Alexandre L.; KYNARD, Boyd. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. *River Research and Applications*, v. 25, n. 6, p. 702-712, 2009.
- Gogola TM, Daga VS, da Silva PR, Sanches PV, Gubiani ÉA, Baumgartner G, Delariva RL. (2010). Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, 8. 341-349.
- ICMBio/MMA - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes /1. ed. Brasília, ICMBio/MMA, 2018.
- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., & Duran, C. (2012). Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28(12). 1647–1649.



BIBLIOGRAFIA

- Lopes CA, Garcia V, Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E, Nuñez AP de O. 2014. Distribuição temporal do ictioplâncton no rio Forquilha, alto rio Uruguai - Brasil: Relação com os fatores ambientais. *Acta Sci - Biol Sci.* 36:59–65.
- Marques H, Dias JHP, Perbiche-Neves G, Kashiwaqui EAL, Ramos IP. 2018. Importance of dam-free tributaries for conserving fish biodiversity in Neotropical reservoirs. *Biol Conserv.* 224:347–354.
- Nobile AB, Freitas-Souza D, Ruiz-Ruano FJ, Nobile MLM, Costa GO, de Lima FP, Camacho JPM, Foresti F, Oliveira C. (2019). DNA metabarcoding of Neotropical ichthyoplankton: Enabling high accuracy with lower cost. *Metabarcoding and Metagenomics*, 3. e35060.
- Reis RE, Albert J., Di Dario F, Mincarone MM, Petry P, Rocha LA (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89(1). 12–47.
- Reynalte-Tataje DA, Nakatani K, Fernandes R, Agostinho AA, Bialetzki A. 2011. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/Brazil): Influence of environmental variables. *Neotrop Ichthyol.* 9:427–436.
- Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E, Bialetzki A, Agostinho AA. 2012. Temporal variability of fish larvae assemblages: Influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotrop Ichthyol.* 10:837–846.



BIBLIOGRAFIA

- RIO, D. C., Ares, M., Hannon, G. J., & Nilsen, T. W. (2010). Purification of RNA using TRIzol (TRI reagent). *Cold Spring Harbor Protocols*, 2010(6), pdb-prot5439.
- Rosa RR, Silva JC, Bialetzki A. 2020. Long-term monitoring of potamodromous migratory fish larvae in an undammed river. *Mar. Fresh. Res.* 71(3): 384-93.
- Sanches PV, Nakatani K, Bialetzki A, Baumgartner G, Gomes LC, Luiz EA. 2006. Flow regulation by Dams affecting ichthyoplankton: The case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Res Appl.* 22:555–565.
- Silva CB, Dias JD, Bialetzki A. 2017. Fish larvae diversity in a conservation area of a neotropical floodplain: influence of temporal and spatial scales. *Hydrobiologia.* 787:141–152.
- Suzuki FM, Pires LV, Pompeu PS. 2011. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotrop Ichthyol.* 9:617–622.
- Vianna NC, Nogueira MG. 2008. Ichthyoplankton and limnological factors in the Cinzas River – an alternative spawning site for fishes in the middle Paranapanema River basin, Brazil. *Acta Limnol Bras.* 20:139–151.
- Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., & Hebert, P. D. N. (2005). DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1462). 1847–1857.
- ZHANG, C., Ren, Z., & Gong, Z. (2020). Transgenic Expression and Genome Editing by Electroporation of Zebrafish Embryos. *Marine Biotechnology.*



Contato:

pro-pardo@icmbio.gov.br

Redes Sociais:



@CEPTAICMBIO



Rodovia Prefeito Euberto Nemésio
Pereira de Godoy (SP201), km 7,5,
Cachoeira de Emas, CEP 13641-001.
Pirassununga-SP.

