

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE PEIXES
CONTINENTAIS
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PIBIC/ICMBio**

Relatório Final

**ASPECTOS SANITÁRIOS DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM
CONDIÇÕES *EX SITU*: BANCO GENÉTICO DO SURUBIM-DO-PARAÍBA
Steindachneridion parahybae (Siluriformes: Pimelodidae)**

**Bolsista: Lizandra Cristina Rosa Dolfini
Orientador: Paulo Sérgio Ceccarelli**

PIRASSUNUNGA - SP

Julho de 2011

RESUMO

Por muito tempo, a bacia do rio Paraíba do Sul foi um excelente campo de trabalho para pescadores profissionais. Nas últimas décadas, porém, a diversidade e a quantidade de peixes vêm sendo drasticamente reduzidas por inúmeros fatores, a exemplo das populações selvagens de *Steindachneridion parahybae* (surubim-do-paraíba), espécie criticamente ameaçada de extinção. Estudos que visem à implementação de medidas de conservação biológica, tais como a formação de bancos genéticos e a elaboração de Planos de Ação para espécies ameaçadas, tornam-se fundamentais para a manutenção da biodiversidade. Considerando a formação e manutenção de bancos genéticos de espécies de peixes continentais como uma estratégia importante de conservação *ex situ*, este projeto visa à identificação das principais doenças que acometem *S. parahybae* durante as fases de: a) adaptação em laboratório (“quarentena”), b) nos viveiros de manutenção *ex situ* de espécies de peixes ameaçadas no CEPTA/ICMBio e c) nos viveiros da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, de onde os animais são provenientes. Os resultados obtidos evidenciaram que o maior entrave para a manutenção dessa espécie em cativeiro é o desconhecimento das enfermidades que acometem *S. parahybae* durante o confinamento e a falta de tecnologia desenvolvida para o controle das mesmas, especialmente no decorrer do período de adaptação. Durante as tentativas realizadas pelo CEPTA desde 2008 este período foi considerado crítico no processo de manutenção dos animais, tendo em vista que o surubim-do-paraíba foi acometido por enfermidades que provocaram a morte de 100% do lote transportado em uma situação específica. Contudo, constatou-se que, uma vez identificado o agente parasitário, as medidas de controle e tratamento evitaram o quadro anterior de mortalidade. A identificação precoce de enfermidades e a caracterização das condições em que elas ocorreram forneceram subsídios para o desenvolvimento de técnicas de controle que viabilizaram a manutenção do surubim-do-paraíba em cativeiro, de modo que após dois anos de permanência nos bancos genéticos do CEPTA, os espécimes de *S. parahybae* apresentaram taxa de sobrevivência maior que 50% (mortalidade média de 18,5% ano⁻¹). Estes resultados contribuíram para a formação de um banco genético estruturado da espécie, que pode ser acessado como fonte de material biológico para futuras e possíveis reintroduções.

ABSTRACT

For much time, the basin of Paraíba do Sul river was an excellent working area for fishermen. However, during the last few decades, the diversity and the number of fish populations, such as the native species *Steindachneridion parahybae* (“surubim-do-paraíba”), considered critically endangered, have being drastically reduced due to many and different factors. Projects that aim at the implementation of conservation measures, such as the creation of genetic banks and the development of Action Plans for endangered species, are some of the basic strategies to the maintenance of biodiversity. Given the formation of gene banks as an important *ex-situ* conservation strategy, this study objectives to identify the main diseases affecting *S.parahybae* individuals during the phases of: a) adaptation in the laboratory (“quarantine”); b) transference to the raising tanks of CEPTA/ICMBio, where the gene bank in being created; and c) in the nurseries of Hydrobiology and Aquaculture Station of CESP, in Paraibuna, SP. The results obtained so far showed that the biggest obstacle to maintaining this species in captivity is the lack of technology developed for disease control, especially during the quarantine period. Attempts made since 2008 by CEPTA reveal that this phase was the most critical period in the process of keeping the *S.parahybae* animals in captivity: in a specific situation, 100 % of the fishes died by unknown causes. However, since the exact identification of the parasitic agent, the treatment successfully reduced the fish mortalities. Up to the present, *S. parahybae* showed a survival rate of 50% in captivity conditions in the gene banks of CEPTA. Early disease identification and characterization of conditions in which they occur can help in the development of control techniques that will enable the maintenance of the *S. parahybae* individuals in captivity. Consequently, structured gene banks can be accessed as a source of biological material for future fish reintroductions.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CAUNESP - Centro de Aqüicultura da UNESP

CEPTA – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais

CESP – Companhia Energética de São Paulo

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

EHA - Estação de Hidrobiologia e Aquicultura

EIA - Estudos de Impacto Ambiental

FZEA – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MZJM – Museu de Zoologia João Moojen

PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

RPS – Rio Paraíba do Sul

SUDEPE - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplares de <i>Steindachneridion parahybae</i> (Steindachner, 1876), o surubim-do-paraíba, coletados na calha do rio Paraíba do Sul. Fotos: Guilherme Souza e Carla N. M. Polaz (2008)	9
Figura 2 – Mapa de distribuição atual e pretérita da espécie <i>Steindachneridion parahybae</i> . Fonte: Machado et al.(2008)	10
Figura 3 – Exemplar de <i>Steindachneridion parahybae</i> capturado em novembro de 2010 em Lavrinhas, SP. Foto: Danilo Caneppele.....	11
Figura 4 – Exemplares de <i>Steindachneridion parahybae</i> mantidos em cativeiro na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP em Paraibuna, SP. Foto: Danilo Caneppele (2009).....	13
Figura 5 – Foto aérea mostrando as quatro áreas de tanques no CEPTA: A, B, C e D. Na área C, destaque para o viveiro número13 (seta vermelha), onde estão localizados parte dos exemplares de <i>Steindachneridion parahybae</i> . Foto: Arquivo do CEPTA.....	20
Figura 6 – Foto à esquerda mostra detalhe de tela sombrite; à direita, tanque já pronto com tela e fios de nylon. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	23
Figura 7 – Na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP, os peixes foram retirados dos viveiros e acondicionados em baldes com água do próprio tanque (à esquerda). Para o transporte, os peixes são colocados em sacos plásticos resistentes com sal, que serve como agente desinfetante e também atua na redução de estresse nos peixes (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	24
Figura 8 – À esquerda, injeção de oxigênio em saco plástico para transporte; à direita, amarração dos sacos com tira de borracha. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	25
Figura 9 – À esquerda, sacos prontos para transporte; à direita, acondicionamento dos mesmos na camionete, onde os peixes são protegidos com lona. Foto: Carla N. M. Polaz (2010).....	25
Figura 10 – Chegada ao CEPTA: os peixes são colocados nas caixas de quarentena para aclimação (alguns minutos), e liberados em seguida (à esquerda). As caixas são protegidas com panagem a fim de reduzir a incidência direta de luz nos peixes e os peixes se estressarem na aproximação de pessoas (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010).....	25
Figura 11 – À esquerda, laboratório de quarentena contendo caixas de polipropileno de mil litros com circulação de água constante; à direita, escoamento de água para limpeza. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	26
Figura 12 – Ração de 3 mm para carnívoro administrada para <i>Steindachneridion parahybae</i> (à esquerda); técnico monitorando as condições da água (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	28
Figura 13 – Fundo de tanque de quarentena com tubos de PVC para abrigo contra a luminosidade (à esquerda); exemplar juvenil de <i>Steindachneridion parahybae</i> antes de ser transferido para o viveiro C13 (à direita). Foto: Lizandra C. R. Dolfini (2010)	29
Figura 14 – Os indivíduos de <i>Steindachneridion parahybae</i> são retirados das caixas do laboratório de quarentena (à esquerda), contados, colocados em baldes e transferidos até o tanque (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	29
Figura 15 – Os peixes são cuidadosamente soltos no viveiro (à esquerda). Imediatamente após, é feita a aplicação de sal como medida preventiva (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	30
Figura 17 – Indivíduos de <i>Apiosoma</i> sp. na superfície da epiderme de peixe. Foto: Google Images, sem atribuição de crédito.	33
Figura 18 – Estádio do trofote de <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (microscopia de luz, aumento de 40X). Fonte: São Clemente et al. (2000).....	37
Figura 18 – <i>Trichodina</i> sp. Fonte: Science Photo Library (2011)	38
Figura 19 – Opacidade no olho de <i>Steindachneridion parahybae</i> provocada por <i>Diplostomum</i> sp. Foto: Lincoln Corrêa (2007)	41
Figura 20 – Exemplar de <i>Steindachneridion parahybae</i> com sanguessugas no couro (à esquerda); coleta de sangue para exame hematológico (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição geográfica das seis espécies do gênero <i>Steindachneridion</i> . Fonte: ZANIBONI-FILHO et al. (2010)	12
Tabela 2 – Exemplo de preenchimento hipotético do formulário de acompanhamento das espécies de peixes ameaçadas de extinção existentes no CEPTA, Pirassununga, SP	20
Tabela 3– Características dos lotes das espécies ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul transportados da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP para o CEPTA.....	27
Tabela 4 – Acompanhamento dos exemplares mortos de <i>Steindachneridion parahybae</i> que compõem o banco genético das espécies ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul mantido pelo CEPTA.....	31
Tabela 5 - Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes da Ordem Siluriformes, Família Pimelodidae (peixes de couro). Fonte: Ceccarelli et al.(2007).....	37

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
LISTA DE SIGLAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	5
1. INTRODUÇÃO	7
1.1. A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	7
1.2. SURUBIM-DO-PARAÍBA: ESPÉCIE-ALVO	8
1.3. HISTÓRICO SOBRE ESTUDOS DE REPRODUÇÃO INDUZIDA DO <i>S. PARAHYBAE</i>	11
2. OBJETIVO	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. PROCEDIMENTOS PARA COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS PARASITOS	16
3.2. EXAME DE ÓRGÃOS EXTERNOS	17
3.3. EXAME DE ÓRGÃOS INTERNOS	17
3.4. ANÁLISES HEMATOLÓGICAS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. LOCALIZAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE ROTINA NOS VIVEIROS DE MANUTENÇÃO DE ESPÉCIES DE PEIXES EM AMBIENTES <i>EX SITU</i> NO CEPTA	19
4.2. ETAPAS DO MANEJO DE ESPÉCIES DE PEIXES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO EM VIVEIROS <i>EX SITU</i> (BANCO GENÉTICO)	21
4.2.1. PREPARO DOS TANQUES E VIVEIROS	21
4.2.2. TRANSPORTE	23
4.2.3. QUARENTENA EM LABORATÓRIO	26
4.2.4. MANUTENÇÃO E MANEJO DOS EXEMPLARES EM CATIVEIRO	28
4.3. REGISTRO DE MORTALIDADES DO <i>S. PARAHYBAE</i> (SURUBIM-DO-PARAÍBA) E POSSÍVEIS CAUSAS	30
4.3.1. ENFERMIDADES VERIFICADAS EM VIVEIROS <i>EX SITU</i> DA ESPÉCIE <i>S. PARAHYBAE</i>	32
4.3.2. OCORRÊNCIA DE INFESTAÇÃO POR DIGenea <i>DIPLOSTOMUM</i> SP EM <i>STEINDACHNERIDION PARAHYBAE</i>	40
4.3.3. INFESTAÇÃO POR SANGUESSUGA EM <i>S. PARAHYBAE</i>	43
4.4. POSSÍVEIS CAUSAS DA MANIFESTAÇÃO DE ENFERMIDADES	44
4.5. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA ÁGUA	45
4.6. CONTROLE DAS ENFERMIDADES	46
5. CONSIDERAÇÕES	49
5.2. MANEJO INTEGRADO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS	49
5.3. DESAFIOS DA REINTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL	51
6. CONCLUSÕES	54
7. AGRADECIMENTOS	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO	59

1. INTRODUÇÃO

1.1. A bacia do rio Paraíba do Sul

Com uma área de mais de 55.000 km², a bacia do rio Paraíba do Sul é a segunda maior bacia de um conjunto denominado “leste brasileiro”, drenando os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (ANA, 2009). Mesmo localizada entre os maiores centros urbano-industriais do país, ainda abriga uma alta biodiversidade, embora em situação de extrema ameaça. Degradação ambiental, construção de barragens, destruição das matas ciliares, lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento e mineração são alguns dos principais impactos (DOLFINI *et al.*, 2010).

A região Sudeste é a de maior densidade demográfica e constitui o maior pólo econômico e industrial do país. Destaca-se o eixo Rio - São Paulo que, por sua localização na zona costeira, exerce influência direta como pressão desestabilizadora dos ecossistemas aquáticos. Associados a isso, destacam-se a urbanização descontrolada, os portos (fontes reais e potenciais de poluição química), os terminais petrolíferos, as atividades de cultivo aquático (incluindo a introdução de espécies exóticas) e o aporte de águas fluviais contendo fertilizantes e defensivos agrícolas (FUNDAÇÃO CHRISTIANO ROSA, 2009).

Essa forte industrialização, que ocorreu principalmente a partir da segunda metade do século XX, desencadeou uma série de processos de degradação ambiental, o que provocou a drástica redução das populações de peixes nativos, dentre elas o surubim-do-paraíba (*Steindachneridion parahybae*), a piabanha (*Brycon insignis*) e a pirapitinga-do-sul (*Brycon opalinus*), espécies oficialmente ameaçadas (IN MMA n.5/2004) e endêmicas, com distribuição restrita a apenas alguns pontos da bacia. No total, são aproximadamente 40 espécies de vertebrados ameaçados e mais um conjunto não quantificado de invertebrados, representados principalmente por lagostas e camarões de água doce (MMA, 2008).

No entanto, algumas dificuldades são comuns a todo tipo de criação, especialmente às relacionadas aos aspectos patogênicos, sendo necessário considerar todo um conjunto de processos que contribui para desencadear mecanismos capazes de causar estresse, levando necessariamente à manifestação de doenças. Assim, o grande

problema que se apresenta é o de procurar manter condições ambientais favoráveis à espécie que está sendo criada (PAVANELLI *et al.*, 2000).

Nesse sentido, o desenvolvimento de estudos que visem à implementação de medidas de conservação, tais como a formação de bancos genéticos e a elaboração de Planos de Ação para as espécies ameaçadas, tornam-se fundamentais para a manutenção da biodiversidade.

1.2. Surubim-do-paraíba: espécie-alvo

Steindachneridion parahybae (Steindachner, 1877), vulgarmente conhecido como surubim-do-paraíba (Figura 1), é um bagre de grande porte, atingindo pelo menos 60 centímetros de comprimento padrão¹ (OLIVEIRA E MORAES, 1997). Endêmico da bacia do rio Paraíba do Sul, com biologia pouco conhecida (HONJI *et al.*, 2009), possui características de espécie migratória (GARAVELLO, 2005). Seu hábito alimentar é carnívoro bentóforo (peixes e crustáceos). Pertence à ordem dos Siluriformes, família Pimelodidae, que abrange todas as espécies de bagres. Tem corpo achatado, com o dorso escuro marcado por muitas manchas pequenas e alongadas, hábitos noturnos, repousando durante o dia ficando ativo à noite. Devido à predominância de atividade noturna, seus olhos são pequenos e pouco eficientes, e a percepção do ambiente é auxiliada pelos barbilhões (bigodes) (GARAVELLO, 2005).

“Surubim” é um termo genérico utilizado para peixes de couro, pertencentes à mesma ordem. Em 1877, Franz Steindachner (1834-1919) adicionou a essa família o primeiro surubim descrito pela ciência com o nome *Platystoma parahybae* (atualmente *Steindachneridion parahybae*). Mais tarde, em 1888, dois famosos ictiologistas, Carl Eigenmann e Rosa Smith Eigenmann, o homenagearam mudando o nome do gênero para *Steindachneria*. Após revisões posteriores e outras descrições o gênero ainda veio a ser alterado para *Steindachneridion* (MZJM, 2009).

¹ Comprimento padrão é a medida compreendida entre a ponta do focinho e o início da nadadeira caudal, que deve coincidir com a última vértebra do animal.



Figura 1 – Exemplos de *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1876), o surubim-do-paraíba, coletados na calha do rio Paraíba do Sul. Fotos: Guilherme Souza e Carla N. M. Polaz (2008)

Segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2008), *S. parahybae* recebe o status de “ameaçada”. Considerada uma das poucas espécies nobres² da bacia do rio Paraíba do Sul, foi outrora importante para pesca profissional. Machado e Abreu (1952) relatam que a pesca da espécie em todo Vale do Paraíba Paulista nos anos de 1950 e 1951 totalizou 1.898 Kg. Esse total equivale a, aproximadamente, 400 indivíduos adultos, o que corrobora a hipótese de que a espécie apresente, naturalmente, populações reduzidas na natureza. Entretanto, como se trata de um peixe de fundo, é possível que os baixos valores de captura sejam resultado de um esforço de pesca dirigido para espécies de superfície ou de meia-água. Além disso, é sabido que o surubim prefere aqueles poções profundos, com mais de três metros de profundidade, o que dificulta a pesca da espécie. Outra hipótese que pode ajudar a explicar esses valores, uma vez que são desconhecidos dados de pesca anteriores a 1950, é o fato das maiores capturas terem se dado no passado, sem que tenha havido o registro. De acordo com o recém-publicado livro da Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados (SMA, 2009), a espécie é considerada regionalmente extinta no estado.

No início da década de 50 foi registrada a captura do surubim-do-paraíba em dez municípios do vale do Paraíba paulista, desde a região do alto Paraíba, em Paraibuna, passando pelos municípios de Caçapava, Pindamonhangaba, Aparecida do Norte,

² Considera-se “carne nobre” aquela de coloração clara e textura firme, com sabor pouco acentuado, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares, o que a torna adequada aos mais variados usos e preparos, agradando ao mais exigente e requintado paladar. Informação extraída de www.nordeste rural.com.br.

Guaratinguetá, Lorena, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Lavrinhas e Queluz. A configuração do rio nos quatro últimos municípios citados se assemelha muito às características ambientais mais propícias à ocorrência da espécie, tendo ocorrido nestas regiões à captura mais expressiva (MACHADO E ABREU, 1952). Com base nestas informações, acredita-se que a espécie tenha tido uma distribuição geográfica pretérita em toda a bacia do rio Paraíba do Sul, estando mais presente em ambientes que se apresentavam originalmente com corredeiras e poções (MACHADO *et al.*, 2008) (Figura 2).

Bizerril (1999) associa sua existência a áreas intermediárias (que tem sua continuidade interrompida), tais como as encontradas no remanso do domínio das ilhas fluviais e nos encontros de rios. No rio Pomba, próximo à cidade de Laranjal (MG), entre janeiro e outubro de 2002, foi registrado, junto a pescadores locais, 30 exemplares da espécie que indicaram que o habitat preferencial de *S. parahybae* consiste em poções ou canais de rio de pelo menos 3 metros de profundidade, próximos a fortes corredeiras (MACHADO *et al.*, 2008).



Figura 2 – Mapa de distribuição atual e pretérita da espécie *Steindachneridion parahybae*.
Fonte: Machado *et al.* (2008)

Os registros mais recentes da espécie vêm sendo efetuados na calha principal do rio Paraíba do Sul (RJ) e nos rios Pomba e Paraibuna (MG), na maioria das vezes a partir de dados da pesca profissional. Essa ocorrência foi confirmada pela Companhia

Energética de São Paulo (CESP) em duas localidades (2008-2009): a primeira está entre os municípios Arinos, RJ, Manuel Duarte, RJ, e Belmiro Braga, MG, a montante de Afonso da foz do rio Preto (afluente da margem direita do Rio Paraíba mineiro); a segunda está entre os municípios de Rio das Flores e Vassouras, RJ, no rio Paraíba do Sul (MACHADO *et al.*, 2008; CANEPELLE, *com. pes.*).

Considerada uma espécie Criticamente em Perigo (CR) pelos critérios da IUCN, o surubim-do-paíba está classificado na categoria Regionalmente Extinta (RE) na atual lista de espécies ameaçadas do Estado de São Paulo (SMA, 2009). Isto significa que a espécie deixou de existir na porção paulista do rio Paraíba do Sul, bacia na qual é endêmica. Em novembro de 2010, contudo, em campanha de campo realizada por técnicos da CESP (parceira do CEPTA no projeto ao qual esse trabalho está inserido), foi capturado um surubim-do-paíba selvagem em Lavrinhas, SP. O exemplar se encontra na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP, é adulto e pesava 1,440 kg no momento da captura (Figura 3).



Figura 3 – Exemplar de *Steindachneridion parahybae* capturado em novembro de 2010 em Lavrinhas, SP. Foto: Danilo Caneppele

1.3. Histórico sobre estudos de reprodução induzida do *S. parahybae*

A história dos repovoamentos no Brasil está intimamente ligada ao desenvolvimento da aquicultura, uma vez que a maioria das espécies utilizadas nessa prática possui sua origem em estações de piscicultura. O domínio da técnica de hipofização, desenvolvida por volta de 1930 pelo pesquisador Rodolpho Von Ihering,

que induz a reprodução através da administração de extrato da glândula hipófise, representou um grande avanço para a piscicultura mundial e permitiu a população em cativeiro de diversos peixes brasileiros.

Desde então, o número de espécies com potencial para piscicultura – portanto, com potencial para uso em repovoamento – aumentou substancialmente no país, passando a incluir espécies nativas, inclusive do gênero *Steindachneridion*.

O gênero *Steindachneridion* (Eigenmann & Eigenmann, 1919), representante da família Pimelodidae (Siluriformes), foi recentemente objeto de estudos para revisão desse táxon (GARAVELLO, 2005). Nessa revisão, foram consideradas seis espécies válidas e todas distribuídas em bacias hidrográficas localizadas na região Sul e Sudeste do Brasil, entre elas: Paraíba do Sul, Jequitinhonha, Doce Uruguai e Alto Paraná (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição geográfica das seis espécies do gênero Steindachneridion. Fonte: ZANIBONI-FILHO et al. (2010)

Espécie	Área de distribuição (Bacia Hidrográfica)
<i>S. amblyurum</i>	Rio Jequitinhonha
<i>S. parahybae</i>	Rio Paraíba do Sul
<i>S. doceanum</i>	Rio Doce
<i>S. scriptum</i>	Rio Uruguai e Alto Paraná
<i>S. punctatum</i>	Rio Uruguai e Alto Paraná
<i>S. melanodermatum</i>	Rio Iguazu (Bacia do Alto Paraná)

O suruvi (*S. scriptum*) e o surubim-do-iguazu (*S. melanodermatum*) são as duas únicas espécies do gênero estudadas sobre a biologia e cultivo em piscicultura. Entretanto, as informações de reprodução e larvicultura acabam por excluir as demais espécies do gênero encontradas em outras áreas de distribuição hidrográfica (ZANIBONI-FILHO et al., 2010).

Em ambiente natural, estas duas espécies realizam pequenos deslocamentos migratórios que induzem ao ciclo de maturação gonadal, sendo que em cativeiro necessariamente há o trabalho de seleção de reprodutores e indução hormonal. O período reprodutivo parece ser um curto espaço de tempo compreendido entre os meses de setembro e novembro, porém, fortemente influenciado pela temperatura da água, sendo que em temperatura mais quente este período pode ser antecipado e reduzido (ZANIBONI-FILHO et al., 2010).

Na seleção dos reprodutores, considerando o período reprodutivo, é comum encontrar dificuldades por apresentarem menor quantidade de sinais externos que

demonstram o estado gonadal dos peixes; entretanto, observa-se nas fêmeas diferenças no volume abdominal, flácida na região ventral e papila urogenital dilatada, enquanto nos machos a fluidez de sêmen. Para indução hormonal, tem sido utilizado o extrato hipofisário de peixe, obtendo-se bons resultados em doses semelhantes aos aplicados em peixes migratórios (ZANIBONI-FILHO *et al.*, 2010).

Diante da ausência de informações para as demais espécies do gênero *Steindachneridion*, admite-se que essas características sejam o seu padrão biológico, sendo também válidas para *S. parahybae*.

Hoje, a Estação da CESP Paraibuna possui um plantel de aproximadamente 30 indivíduos selvagens, adquiridos graças ao empenho dos técnicos da empresa na identificação dos locais de ocorrência, da colaboração de agentes da sociedade civil também preocupados com a preservação dessa espécie e de intercâmbios com entidades preservacionistas, como o Projeto Piabanha, localizado próximo a possíveis nichos de captura (Figura 4).



Figura 4 – Exemplos de *Steindachneridion parahybae* mantidos em cativeiro na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP em Paraibuna, SP. Foto: Danilo Caneppele (2009)

Mesmo compondo um lote de reprodutores inferior ao ideal para o desenvolvimento de um programa de repovoamento geneticamente sustentável, já foram dados os primeiros passos no sentido de se dominar as técnicas de reprodução induzida, larvicultura e alevinagem da espécie.

Em dezembro de 2003 e janeiro de 2005, foram efetuadas duas reproduções artificiais no laboratório da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP em Paraibuna, SP. Para a ampliação genética e numérica deste plantel, a CESP está

desenvolvendo o projeto “Banco de Germoplasma da Ictiofauna Ameaçada do Rio Paraíba do Sul” que irá mapear a distribuição genética e populacional do surubim-do-paraíba (*S. parahybae*), da piabanha (*Brycon insignis*) e da pirapitinga-do-sul (*Brycon opalinus*), em parceria com o CEPTA.

Esse projeto também conta com a colaboração da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), por intermédio do Prof. Dr. Alexandre Hilsdorf, e tem por objetivo resgatar na natureza o que ainda resta de variabilidade genética dessas espécies e propor uma metodologia de reintrodução baseada no conhecimento da distribuição genética das populações selvagens.

A reprodução induzida realizada em dezembro de 2003 resultou na produção de cerca de 8.000 indivíduos de *S. parahybae*, dos quais 5.000 foram reintroduzidos na natureza, ainda em caráter experimental e principalmente educativo. Em 2005, 6.600 espécimes foram soltos nos reservatórios de Paraibuna e Jaguari, mas o sucesso dessa reintrodução ainda não foi avaliado (MACHADO *et al.*, 2008).

Além disso, um dos maiores entraves para a manutenção dessas espécies em cativeiro é a falta de tecnologia desenvolvida especialmente para o período de adaptação, quando os peixes são acometidos por uma série de doenças provocadas por diferentes microrganismos. Isso pode trazer grandes prejuízos aos bancos genéticos devido à perda de reprodutores e/ou futuros reprodutores. Em se tratando de espécies ameaçadas de extinção, como o surubim-do-paraíba, a situação agrava-se ainda mais, vista a dificuldade desses exemplares serem repostos. Deste modo, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de conhecer as principais enfermidades que acometem *S. parahybae* em condições de cativeiro, verificando a ação de técnicas de controle e tratamento das mesmas, durante os períodos de quarentena dos peixes.

A apresentação dos resultados foi dividida em quatro partes: a **PARTE I** contém a descrição detalhada das principais etapas para a formação do banco genético *ex situ* de *S. parahybae*. Na **PARTE II** foram apresentados os coeficientes de mortalidade de espécimes de *S. parahybae* mantidos no banco genético do CEPTA durante os anos de 2008 a 2010, bem como os principais agentes patológicos encontrados nestes hospedeiros. Na **PARTE III** foram investigadas as principais causas de manifestação destas enfermidades. Por fim, na **PARTE IV** foram propostas e discutidas diferentes técnicas de controle para as enfermidades observadas nos espécimes de *S. parahybae* provenientes do rio Paraíba do Sul e mantidos em banco genético do CEPTA/ICMBio.

2. OBJETIVO

Esse trabalho visou à identificação das enfermidades de *S. parahybae* e a caracterização das condições em que elas ocorrem, gerando subsídios para o desenvolvimento de técnicas de controle e tratamento das principais doenças, viabilizando a manutenção do surubim-do-paraíba em condições de cativeiro.

Como objetivo secundário foi descritas as principais etapas para a formação do banco genético *ex situ* de *S. parahybae*, desde a preparação dos ambientes até a transferência dos juvenis para os tanques externos, passando pelos procedimentos de manutenção e monitoramento dos animais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – CEPTA e na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura (EHA) da CESP, em Paraibuna, SP. A bolsista manteve contato permanente com os técnicos da CESP para identificação, desenvolvimento e acompanhamento de medidas de controle dos casos de enfermidade registrados nos viveiros de *S. parahybae*. Esse trabalho foi supervisionado pela analista ambiental Carla Natacha Marcolino Polaz, uma das coordenadoras institucionais do projeto em que se insere o presente plano de trabalho e pelo analista ambiental Paulo Sérgio Ceccarelli, pesquisador do CEPTA/ICMBio e orientador.

PARTE I

As principais etapas para a formação do banco genético *ex situ* de *S. parahybae* foram detalhadamente descritas e documentadas com fotografias. Estes registros foram feitos durante o período de acompanhamento das atividades de formação do banco genético no CEPTA, desde a preparação dos ambientes, até a transferência dos juvenis para os tanques externos, passando pelos procedimentos de manutenção e monitoramento dos animais. A bolsista auxiliou e acompanhou todas as atividades citadas.

PARTE II

Para as coletas de parasitos foram selecionados os peixes que demonstravam alguma anormalidade em seu comportamento natatório ou mudança em sua coloração

normal. Para isso, durante o período da alimentação foi observado o comportamento dos peixes em viveiros do CEPTA e, concomitantemente, em viveiros da CESP em Paraibuna.

No CEPTA, os peixes doentes foram retirados da água e levados para o Laboratório de Controle de Enfermidades de Peixes do CEPTA; no caso dos peixes selecionados em viveiros de Paraibuna, os mesmos foram embalados individualmente em sacos plásticos e mantidos em geladeira até serem analisados.

Nos viveiros que apresentaram peixes com comportamento anormal, foram realizadas análises físicas e químicas da água (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, amônia e outros parâmetros que se julgaram necessários) a fim de correlacionar a manifestação da enfermidade a esses parâmetros.

As características externas dos peixes coletados, assim como a sua origem, densidade, alimento fornecido e tipo de manejo utilizado nesses ambientes foram registrados em formulário específico. Da mesma forma, os resultados da biometria e necropsia foram registrados em fichas especialmente elaboradas para estas atividades, onde foram anotados: nome genérico e específico do peixe examinado; comprimento (cm) e peso (g); data da coleta; órgão parasitado e enfermidade acometida.

O coeficiente de mortalidade foi determinado pela proporção entre o número de peixes mortos em um período e o número total de peixes expostos ao fator determinante da mortalidade no mesmo período.

3.1. Procedimentos para Coleta e Identificação dos Parasitos

Para as análises parasitológicas os peixes foram eutanasiados mediante a transecção da coluna vertebral, e submetidos à necropsia total. Os peixes não foram anestesiados para que não ocorresse alteração na composição dos ectoparasitos, pois este procedimento pode fazer com que estes organismos se desprendam do hospedeiro, inviabilizando o diagnóstico do agente patológico. Esta metodologia foi aprovada pelo Comitê de Ética Animal da FZEA/USP.

Após a necropsia, os parasitos encontrados foram coletados, fixados e processados para a identificação até o menor nível taxonômico possível. A identificação dos parasitos foi realizada de acordo com Eiras (1994) e Kabata (1985).

3.2. Exame de Órgãos Externos

Para o diagnóstico dos ectoparasitos, foi realizado primeiramente um esfregaço de muco de pele e de brânquias, no sentido crânio-caudal. O material coletado foi colocado sobre uma lâmina contendo uma gota de água, coberto com lamínula e analisado em microscópio de luz.

Quando a presença de parasitos era confirmada no esfregaço, o opérculo foi extraído por meio de um corte transversal, deixando-se a maior parte das brânquias visíveis para um exame mais detalhado deste órgão, que consistia na verificação da coloração, presença de manchas e parasitos, integridade dos arcos e quantidade de muco.

Após o exame *in situ*, as brânquias foram removidas e colocadas em placas de Petri com água. Os arcos branquiais foram individualizados e colocados em um frasco contendo formalina 1:4.000. O frasco foi agitado várias vezes para desprender os endoparasitos dos filamentos. Os arcos branquiais permaneceram nesta solução por cerca de 1 a 2 horas. Posteriormente, o líquido e os arcos branquiais foram lavados e peneirados e o concentrado foi analisado sob microscópio estereoscópico.

3.3. Exame de Órgãos Internos

Posteriormente realizou-se a análise dos órgãos internos em busca de endoparasitos. Para esse fim, liberaram-se os órgãos da cavidade abdominal utilizando-se uma tesoura para um corte iniciado acima do ânus, visando evitar o rompimento do tubo digestório e a passagem do líquido intestinal para a cavidade abdominal. O corte continuou por entre as nadadeiras ventrais até alcançar a cavidade pericárdica, separando o septo transversal.

Um segundo corte partiu do ponto de incisão inicial e seguiu adiante do ânus, traçando um arco na borda superior da cavidade abdominal em direção às brânquias. A porção da parede corporal assim delimitada foi despreendida, evidenciando os órgãos da cavidade visceral (AMLACHER, 1964). Em seguida, procede-se o reconhecimento posição, forma e aspecto dos órgãos internos, registrando-se cor e consistência dos mesmos.

Parte dos órgãos com anormalidades foram fixadas segundo Pavanelli *et al.* (1998) e encaminhadas ao Laboratório de Histologia da FZEA/USP para procedimentos

de exames histológicos. Os endoparasitos encontrados foram retirados dos órgãos com auxílio de estilete, pinça ou conta-gotas, fixados por calor ou frio e preservados em AFA.

Os exemplares foram desidratados em álcool etílico, corados em Carmim de Langeron ou hematoxilina de Dilatiel, clarificados em creosoto de Faia e montados em Bálsamo do Canadá, de acordo com a técnica preconizada por Amato *et al* (1991). Todos os espécimes de helmintos processados em lâminas permanentes foram microfotografados, desenhados em câmara clara e medidos para a confirmação da espécie.

Outras técnicas de fixação e processamento foram utilizadas, dependendo do grupo taxonômico do parasito, como Trematódeos (AMATO *et al.*, 1991), Nematódeos (TRAVASSOS *et al.* 1928; CHUBB, 1982; YAMAGUTI, 1963), Monogêneas (TRAVASSOS, 1920), Cestodas e Acanthocephala, (FERRAZ DE LIMA, 1994; FERRAZ DE LIMA E BASÍLIO, 1994; CHUBB, 1982; TRAVASSOS, 1920; TRAVASSOS E KOHN, 1965).

3.4. Análises Hematológicas

Para trabalhos científicos com parâmetros hematológicos foram utilizados aproximadamente 10 espécimes de peixes. Quanto maior o “n”, maior a confiabilidade dos parâmetros hematológicos.

A coleta de sangue foi feita imediatamente (até 5 minutos após a captura) por punção caudal, com seringas de 1,5 ml contendo heparina sódica 25.000 UI/ml. Após a coleta, 8µl de sangue foi utilizado para o preparo da extensão (método indireto); a outra parte do sangue foi separada em alíquotas para determinação de número de Eritrócitos (Er), Leucócitos (Lc), Trombócitos (Tb), Hematócrito (Ht), Taxa de Hemoglobina (Hb), Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM).

A biometria de cada peixe foi realizada após a coleta de sangue, registrando o comprimento total (Ct), comprimento padrão (Cp) e peso (g). Esses procedimentos foram realizados no Laboratório de Hematologia do CEPTA.

PARTE III

As possíveis causas de manifestação de enfermidades que acometeram *S. parahybae* em cativeiro foram investigadas em relação às alterações da temperatura da água dos tanques nos diferentes meses dos anos de 2009 e 2010.

PARTE IV

As técnicas de controle e tratamento de enfermidades aplicadas basearam-se em observações de rotina, com anotações diárias a respeito do tanque.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARTE I – DESCRIÇÃO DAS ETAPAS PARA FORMAÇÃO DO BANCO GENÉTICO EX SITU DE S. PARAHYBAE NO CEPTA/ICMBIO

4.1. Localização e procedimentos de rotina nos viveiros de manutenção de espécies de peixes em ambientes *ex situ* no CEPTA.

As áreas destinadas à aos viveiros de manutenção de espécies de peixes ameaçadas de extinção *ex situ* localizam-se nas dependências do CEPTA. Os tanques e viveiros estão distribuídos em quatro áreas e totalizam 130 tanques.

Na área A, os 65 tanques existentes são de alvenaria e foram construídos em 1942, nas dimensões que variam de 2 m² até 400 m². Na área B existem 15 viveiros, na área C 26 e na D 24, totalizando 65 viveiros escavados que foram construídos entre as décadas de 1970 e 1980, com dimensões variando de 500 m² até 1000 m².

Os tanques e viveiros são abastecidos por duas represas e a água chega até eles por gravidade. Os viveiros de manutenção *ex situ* do surubim-do-paraíba está na área C, nos viveiros de número 04 e 13 e contém 48 e 45 indivíduos, respectivamente (Figura 5).



Figura 5 – Foto aérea mostrando as quatro áreas de tanques no CEPTA: A, B, C e D. Na área C, destaque para o viveiro número 13 (seta vermelha), onde estão localizados parte dos exemplares de *Steindachneridion parahybae*. Foto: Arquivo do CEPTA

Para o controle interno dos viveiros de manutenção de espécies ameaçadas de extinção *ex situ* (bancos genéticos) é rotineiramente usado formulário próprio, com informações sobre a espécie, localização do viveiro, número de exemplares que lá estão, e nome do pesquisador responsável. A estocagem atual das espécies e respectivas quantidades são registradas conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Exemplo de preenchimento hipotético do formulário de acompanhamento das espécies de peixes ameaçadas de extinção existentes no CEPTA, Pirassununga, SP

Espécie	Viveiro / Área	Nº de exemplares	Responsável Técnico
Espécie A	A 11	9	Pesquisador X
Espécie B	C 13	67	Pesquisador Y
Espécie C	D 02	15	Pesquisador Z

Os tanques e viveiros, onde se encontram estocadas as espécies que compõem os bancos genéticos, têm a qualidade da água monitorada em dias intercalados: quando em situação de normalidade, a água é medida as segundas, quartas e sextas-feiras de cada semana, na primeira hora da manhã. São monitorados os seguintes parâmetros, sendo os dados registrados em fichas apropriadas: oxigênio dissolvido, temperatura, pH,

transparência da água e concentração de amônia. Em situações extraordinárias (registro de mortalidades, por exemplo), esses parâmetros devem ser monitorados diariamente.

Toda e qualquer anormalidade observada foi comunicada imediatamente ao técnico responsável pela área de tanques e viveiros, que deverá adotar as providências cabíveis junto ao pesquisador responsável pela espécie afetada.

Os peixes foram alimentados diariamente com ração extrusada com diâmetro de 2,6 mm, 45% de proteína bruta, 10% de extrato estéreo, 4000 cal., 4% de fibra bruta, 20% de matéria mineral, 10% de umidade e 600 mg e vitamina C, fornecida diariamente 3% da biomassa total dos peixes e durante o período de inverno foi reduzido para 1%.

Os peixes foram alimentados diariamente com ração para carnívoros e a quantidade foi baseada em 3% da biomassa total dos peixes, reduzido para 1% durante o período de inverno.

4.2. Etapas do manejo de espécies de peixes ameaçadas de extinção em viveiros *ex situ* (banco genético).

São descritas, a seguir, as especificidades e os procedimentos para a manutenção de espécies de peixes ameaçados de extinção em tanques e viveiros dos bancos genético do CEPTA.

No presente trabalho, o termo “aspectos sanitários” foi ampliado, englobando as seguintes atividades: preparo dos tanques e viveiros (área externa), transporte dos juvenis da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP até o CEPTA, quarentena em laboratório, rotina de manutenção dos animais em cativeiro (alimentação, profilaxia, limpeza dos ambientes etc.) e transferência do laboratório para os viveiros (“engorda”).

4.2.1. Preparo dos tanques e viveiros

O preparo dos tanques e viveiros para receber os exemplares das espécies-alvo de bancos genéticos exige cuidado e cautela. Os tanques ou viveiros para receberem os peixes devem estar prontos (limpos e com água) de 2 a 3 semanas antes do recebimento dos animais, assim não há tempo para o surgimento de predadores naturais. Esse tempo também é suficiente para a estabilização das condições da água adequada para a espécie.

O tempo e a forma de preparo do tanque e viveiro poderão sofrer alteração dependendo do tamanho dos peixes.

Desinfecção de tanques e viveiros

- a) Esvaziamento dos tanques ou viveiros.
- b) Caso necessário retirar ao excesso de matéria orgânica do fundo das instalações.
- c) Aplicação de cal virgem pulverizada na razão de 100g/m², quando o tanque/viveiro não apresentou problemas anteriores; caso contrário, usar 200g/m².
- d) Três dias de exposição ao sol.
- e) Encher o tanque/viveiro.
- f) Com o tanque/viveiro parcialmente cheio, movimentar a água do fundo com o cuidado de não deixar pedra de cal intacta, pois a dissolução dessa pedra (com a passagem de redes) poderá elevar repentinamente o pH e provocar a morte dos peixes. Para remover o fundo para desintegrar pedras de cal poderá ser utilizado uma corrente grossa, com cordas amarradas em cada extremidade para puxar, passando por toda extensão do ambiente.
- g) Com o pH entre 7,0 a 8,0 poderá ser feito o peixamento, desde que o pH da água de onde o peixe foi capturado esteja em torno desses valores.
- h) No caso da água do viveiro estar com transparência acima de 60 cm é recomendado cobrir com sombrite a 20% uma parte de pelo menos 3 metros quadrados. No caso de viveiros com dimensões acima de 500 m² é recomendável que seja sombreado uma parte maior ou diversas porções do viveiro conforme Figura 6.
- i) Embora algumas doenças de peixes apresentem cura, a terapia não desempenha um papel importante como profilaxia e a higiene. Descobrir a tempo a enfermidade é condição para que o tratamento terapêutico obtenha êxito.

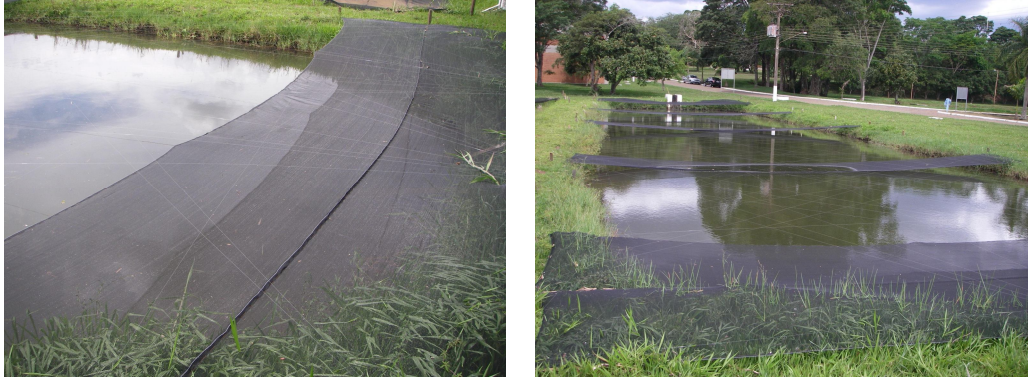


Figura 6 – Foto à esquerda mostra detalhe de tela sombrite; à direita, tanque já pronto com tela e fios de nylon. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)

Em viveiros a captura dos alevinos deve ser feita com redes de malha adequada (3 mm entre nós da extremidade). O comprimento da rede varia de acordo com o tamanho do viveiro, mas deve ter o comprimento de 1,5 vezes a largura do viveiro para formação do “colo” na hora da despesca, altura de 1,5 a 2,0 m. Os puçás usados para alevinos devem ser confeccionados com redes e malhas semelhantes as especificações anteriores. A alimentação dos peixes deverá ser suspensa no mínimo 24 horas antes da captura.

4.2.2. Transporte

O transporte do surubim-do-paraíba, assim como todas as espécies de peixes selvagens (capturadas no ambiente natural) ou até mesmo de primeira geração (F1), requerem alguns cuidados para suportarem o manejo do transporte e chegarem em boas condições de saúde, pois isso é fundamental para a adaptação dos peixes no novo ambiente em que é submetido.

Todos os exemplares de surubim-do-paraíba estocados atualmente no CEPTA são provenientes de reprodução artificial realizada na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP. O transporte desses peixes foi feito no tamanho de juvenis, que foram doados graças a um termo de cooperação firmado entre o CEPTA e a Estação mencionada. As figuras numeradas de 7 a 10 mostram os principais passos envolvidos no transporte dos peixes da CESP para o CEPTA, desde a captura dos juvenis até a sua soltura nas caixas de quarentena do laboratório. A viagem durou aproximadamente 4 horas.

A captura dos alevinos foi feita com redes de malha adequada (3 mm entre nós da extremidade). O comprimento da rede para a captura dos *S.paraybae* deve ser a

mesma dos outros peixes variando de acordo com o tamanho do viveiro, mas deve ter o comprimento de 1,5 vezes à largura do viveiro para formação do “colo” na hora da despesca, altura de 1,5 a 2,0 m. Os puçás usados para alevinos devem ser confeccionados com redes e malhas semelhantes às especificações anteriores. A alimentação dos peixes foi suspensa no mínimo 24 horas antes da captura.

Os surubins foram condicionados em sacos plásticos de 1,0 m de altura X 0,7 m de largura contendo 10 litros de água e o restante do volume do saco foi preenchido com oxigênio. Para redução do metabolismo do peixe, visando à redução do estresse no transporte, foi adicionado 10g de sal grosso (NaCl) em cada embalagem. Cada uma delas transportou 50 alevinos que variaram entre 5 e 6 cm de comprimento total. Para o transporte dos alevinos maiores (de 11 a 15 cm) foram utilizados 25 exemplares por embalagem.

Uma vez que os peixes estavam condicionados em sacos plásticos, estes sacos devem ser colocados diretamente na água do novo ambiente, devendo permanecer por cerca de 10 a 15 minutos, ou até a temperatura de dentro do saco estiver igual à temperatura de fora do saco. Após esse procedimento, os sacos foram abertos e vagarosamente deixou-se que a água das caixas entrasse nos sacos para o equilíbrio das variáveis químicas (principalmente do pH da água).



Figura 7 – Na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP, os peixes foram retirados dos viveiros e acondicionados em baldes com água do próprio tanque (à esquerda). Para o transporte, os peixes são colocados em sacos plásticos resistentes com sal, que serve como agente desinfetante e também atua na redução de estresse nos peixes (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)



Figura 8 – À esquerda, injeção de oxigênio em saco plástico para transporte; à direita, amarração dos sacos com tira de borracha. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)



Figura 9 – À esquerda, sacos prontos para transporte; à direita, acondicionamento dos mesmos na camionete, onde os peixes são protegidos com lona. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)



Figura 10 – Chegada ao CEPTA: os peixes são colocados nas caixas de quarentena para aclimatação (alguns minutos), e liberados em seguida (à esquerda). As caixas são protegidas

com panagem a fim de reduzir a incidência direta de luz nos peixes e os peixes se estressarem na aproximação de pessoas (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010).

4.2.3. Quarentena em laboratório

Chegando ao CEPTA, procedimento geral, os peixes foram encaminhados para o Laboratório de Quarentena para observação. Este laboratório contém 10 caixas pretas de polipropileno, com capacidade de 1000 (mil) litros cada. Os peixes recém-chegados permanecem nestas caixas por aproximadamente 40 dias, salvo casos de manifestação de doenças ou problemas de aclimatação.

Essas caixas são abastecidas com água de represa artificial passando por um sistema de filtros de areia com circulação constante não permitindo acumulação de resíduos. Para a limpeza desses recipientes (Figura 11), feita semanalmente, libera-se parte da água até que ela fique a “meia caixa”, quando se faz uma escovação da mesma.

O conteúdo da caixa é então completado e, em seguida, é feita a desinfecção com sal grosso marinho (cerca de 500g/caixa).



Figura 11 – À esquerda, laboratório de quarentena contendo caixas de polipropileno de mil litros com circulação de água constante; à direita, escoamento de água para limpeza. Foto: Carla N. M. Polaz (2010)

Os primeiros surubins (1700 juvenis) foram transportados da CESP para o CEPTA em março de 2008 (Tabela 3). Os peixes foram divididos em dois lotes e colocados em dois tanques na área das estufas. Esses peixes não passaram por quarentena e durante o período de inverno foram retirados peixes mortos desse viveiro sendo observado em exames parasitológicos à presença de pontos brancos e em exames microscópicos constatado a ictiofitiríase que é provocada pelo *Ictiofitírius multifilis*.

Tabela 3– Características dos lotes das espécies ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul transportados da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP para o CEPTA

Data	Espécie	Quantidade	Tamanho dos juvenis
28/03/2008	<i>Steindachneridion parahybae</i>	1700	5 a 6 cm
19/03/2009	<i>Steindachneridion parahybae</i>	100	11 a 15 cm
24/03/2010	<i>Steindachneridion parahybae</i>	100	11 a 15 cm
24/03/2010	<i>Brycon opalinus</i> (pirapitinga)	150	11 a 15 cm
24/03/2010	<i>Brycon insignis</i> (piabanha)	100	11 a 15 cm

No ano seguinte, após o período de reprodução e desova, mais um lote de surubim-do-paraíba foi trazido para CEPTA, mas dessa vez em quantidade menor: apenas 100 juvenis, com tamanho entre 11 e 15 cm. Por fim, um último lote de surubim, com mais 100 indivíduos desse mesmo tamanho (11 e 15 cm) foi transportado em março de 2010, juntamente com os lotes iniciais das duas espécies de *Brycon*, a piabanha e a pirapitinga-do-sul, também endêmicas da bacia do rio Paraíba do Sul e listadas como ameaçadas no Livro Vermelho (MMA, 2008).

A seguir, descreve-se a origem dos cruzamentos dos lotes transportados em março de 2010:

- *Steindachneridion parahybae* (surubim-do-paraíba) - produzidos a partir de duas fêmeas e dois machos selvagens em dezembro/07 e janeiro de/08.
- *Brycon opalinus* (pirapitingas-do-sul) - desova semi-natural realizada a partir de 36 fêmeas e 50 machos em 10 de novembro de 2009. Todos os reprodutores utilizados foram produzidos a partir de indivíduos selvagens capturados no rio Paraibuna no município de São Luís do Paraitinga, SP.
- *Brycon insignis* (piabanhas) - indivíduos de 11 a 15 cm produzidos a partir de 17 fêmeas e 34 machos, todos reprodutores produzidos na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP a partir do cruzamento de indivíduos selvagens da região de Itaocara, RJ, cruzados com a geração F1 de selvagens capturados em Caçapava, SP. Os cruzamentos ocorreram em três momentos (safras de 2008 e 2009) diferentes e apenas uma parcela de cada lote foi destinada para a ação. As

fêmeas desovadas para o evento apresentaram fecundação média de 51%, produzindo uma quantidade de larvas estimada em 420 mil.

4.2.4. Manutenção e manejo dos exemplares em cativeiro

A alimentação foi fornecida no final da tarde; quando observada alguma anormalidade, como sobras de ração ou indivíduos locomovendo-se estranhamente na superfície da água, essa informação foi registrada para posterior análise. A seguir, apresenta-se o modelo de formulário utilizado para registro desse tipo de informação.

BANCO GENÉTICO DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO - CEPTA/ICMBIO

Projeto: Especificar o título do projeto

Responsáveis: Indicar os analistas responsáveis pelo projeto e pelo banco genético

Espécie: Discriminar a espécie

Ração: Descrever o tipo de ração, quantidade, horário e forma de alimentação, se *ad libitum* (à vontade) ou não

Data	Observações
___/___/____	Espaço reservado para descrever o manejo realizado e eventuais anormalidades observadas.

Para o condicionamento alimentar do surubim-do-paraíba é ministrada ração comercial para carnívoros, com 42% de proteína bruta em grânulos flutuantes de 3 mm. A temperatura da água medida no período mais frio (crítico para o manejo dos peixes), de 20/03/09 a 20/07/09, teve média de 18,2°C (Figura 12).



Figura 12 – Ração de 3 mm para carnívoro administrada para *Steindachneridion parahybae* (à esquerda); técnico monitorando as condições da água (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010).

Os tubos de PVC no fundo do tanque de azulejo (Figura 13) servem como refúgio para os animais, uma vez que os bagres são peixes de fundo e apresentam fotofobia (aversão à luz), uma característica biológica da espécie.



Figura 13 – Fundo de tanque de quarentena com tubos de PVC para abrigo contra a luminosidade (à esquerda); exemplar juvenil de *Steindachneridion parahybae* antes de ser transferido para o viveiro C13 (à direita). Foto: Lizandra C. R. Dolfini (2010).

Quando os surubins atingiram aproximadamente 20 cm, a exemplo do indivíduo mostrado na Figura 13, os animais foram transferidos para um viveiro maior, na área externa do CEPTA, a fim de ganhar peso, crescer e se tornar um reprodutor (Figura 14).



Figura 14 – Os indivíduos de *Steindachneridion parahybae* são retirados das caixas do laboratório de quarentena (à esquerda), contados, colocados em baldes e transferidos até o tanque (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)

Para receber os juvenis, o tanque já deve estar previamente preparado, conforme as descrições feitas no item 4.2.1, com a tela de sombrite e os fios de nylon devidamente instalados, para evitar a predação de aves e insolações provocadas por incidência direta

de raios de ultravioleta sobre a pele, o que provoca queimaduras. Os peixes foram cuidadosamente soltos no viveiro e em seguida a soltura dos peixes feita à aplicação de sal como medida preventiva (Figura 15). Todas as etapas foram acompanhadas por especialista em ictiopatologia, para contornar eventuais problemas.



Figura 15 – Os peixes são cuidadosamente soltos no viveiro (à esquerda). Imediatamente após, é feita a aplicação de sal como medida preventiva (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)

PARTE II – AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE E DA INCIDÊNCIA **PARASITÁRIA DE *S. PARAHYBAE***

4.3. Registro de mortalidades do *S. parahybae* (surubim-do-paraíba) e possíveis causas

A tabela a seguir (Tabela 4) sintetiza os registros de mortalidade dos exemplares de surubins mantidos no banco genético do CEPTA, o possível agente patogênico que causou a mortalidade, bem como a técnica de controle ou tratamento aplicada no período de 2009 a 2010.

Considerando que 100% dos surubins transportados em 2008 morreram (1º. lote), os dados referem-se aos dois lotes transportados posteriormente, isto é, 100 indivíduos em março de 2009 (2º. lote) e 100 indivíduos em março de 2010 (3º. lote), totalizando 200 surubins juvenis.

Tabela 4 – Acompanhamento dos exemplares mortos de Steindachneridion paraguayense que compõem o banco genético das espécies ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul mantido pelo CEPTA

Data	Local de estocagem	Nº indivíduos mortos	Coefficiente de mortalidade	Causa da morte	Tratamento
22/04/2009	Laboratório de quarentena	39	19,5%	Ictiofitiríase e columnariose	Formol + bactericida + sal
25/04/2009	Laboratório de quarentena	2	1,2%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
04/05/2009	Laboratório de quarentena	2	1,3%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
24/06/2009	Laboratório de quarentena	1	0,6%	Desconhecida; presença de fungose	Aplicação de sal
25/06/2009	Laboratório de quarentena	3	1,9%	Ictiofitiríase	Formol + bactericida + sal
13/07/2009	Laboratório de quarentena	2	2,0%	Necroses causadas por bacteriose	Nitrofurano + sal
08/04/2010	Laboratório de quarentena	2	1,3%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
14/04/2010	Laboratório de quarentena	4	2,7%	Desconhecida, em decomposição	Nitrofurano + sal
23/04/2010	Laboratório de quarentena	2	1,4%	Desconhecida, em decomposição	Formol + bactericida + sal
03/05/2010	Laboratório de quarentena	3	2,1%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
06/05/2010	Laboratório de quarentena	2	1,4%	Desconhecida, em decomposição	Nitrofurano + sal
07/05/2010	Laboratório de quarentena	2	1,4%	Desconhecida, em decomposição	Nitrofurano + sal
23/08/2010	Laboratório de quarentena	2	1,5%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
04/11/2010	Laboratório de quarentena	1	0,7%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
08/11/2010	Laboratório de quarentena	6	4,4%	Infestação de sanguessugas	Masoten + 1g/l de sal
21/12/2010	Tanque C13	1	0,8%	Desconhecida, em decomposição	Aplicação de sal
Total		74	18,5% ano ⁻¹		

Observa-se que, em mais da metade dos registros não foi detectado a causa mortis, isso foi devido à dificuldade de enxergar os peixes, já que os mesmos estavam mantidos em ambientes totalmente escuros e devido ao período de inverno foi evitado o manuseio dos mesmos. A maior dificuldade em observar a mudança de comportamento dos surubim-do-paraíba quando enfermos ou recém mortos para realização de diagnóstico foi o comportamento específico dos Siluriformes (bagres em geral), que é o de permanecer no fundo dos ambientes.

Se a constatação do estado de saúde fragilizada dos peixes pudesse ser observada precocemente, as possibilidades de recuperação dos mesmos seriam grandes. Porém, a morte dos animais só é notada quando a carcaça já está em fases avançadas de

decomposição, não permitindo na maioria das vezes concluir sua causa.

Em contagem realizada em dezembro de 2010, dos 200 juvenis transportados em 2009 e 2010 (2º. e 3º. lotes respectivamente), 45 indivíduos estão sendo mantidos em viveiros de 350 m² com entrada de água apenas para suprir infiltração e evaporação.

Totalizando 93 surubins mantidos atualmente em viveiros *ex situ* do CEPTA. Portanto, de acordo com a tabela 4, existe uma diferença de 33 indivíduos cujas mortalidades não foram registradas em formulário. Isso representa uma lacuna no monitoramento da espécie que deve ser corrigida através de treinamento de pessoal para o manejo e manutenção dessa espécie e também da obtenção de conhecimento sobre a biologia e comportamento dessa espécie em ambiente natural. Consideramos que o conhecimento da biologia dessa espécie em seu hábitat será fundamental para a manutenção em cativeiro *ex situ* (bancos genéticos).

Considerando, então, a existência de 93 indivíduos, pode-se afirmar que, até o presente momento, a espécie *S. parahybae* apresentou uma sobrevivência de 46,5% em condições de cativeiro.

Nos itens que se seguem são relatadas, em detalhe, as duas principais infestações observadas nos lotes de *S. parahybae*. A primeira ocorreu na CESP, em Paraibuna, e a segunda foi registrada no CEPTA.

4.3.1. Enfermidades verificadas em viveiros *ex situ* da espécie *S. parahybae*

a) Fungos ou Micoses

Esses microrganismos foram verificados provocando infecções tegumentares ou branquiais nos peixes. O sinal clínico tem a aparência de “algodão” o que lhe confere o nome de “doença-do-algodão” quando se manifesta no tegumento do peixe, sendo que a mais comum é a saprolegniose.

b) Protozoários

Conhecidos parasitos de peixes, são considerados um dos principais grupos de microrganismos que causam danos significativos em sistemas de criação. Essa constatação é, talvez, um dos principais entraves para a manutenção de espécies de peixes ameaçados de extinção em cativeiro, uma vez que essa condição *ex situ* torna os animais mais susceptíveis a enfermidades.

Os protozoos podem ser parasitos obrigatórios ou comensais que, sob certas circunstâncias, tornam-se patogênicos. A relação parasito-hospedeiro é afetada por condições ambientais e de manejo dos peixes. Nesse trabalho, foi verificada a ocorrência dos seguintes protozoos: *Ichthyophthirius multiphiliis*, *Apiossoma* sp e *Trichodina* sp.

i) *Apiossoma* sp.

Em 04 de novembro de 2010, no Laboratório de Genética e Reprodução de Peixes do CEPTA, foi encontrado um surubim do lote de 2009 apresentando desequilíbrio osmótico, nadando de lado e em determinado momento com o ventre para cima (moribundo). O mesmo foi imediatamente retirado e levado para exame clínico no Laboratório de Parasitologia.

Através da montagem de lâmina de esfregaço de couro e análise em microscópio, foi constatada a presença de *Apiossoma* sp (em trabalhos mais antigos recebia o nome de *Glossatella*) (Figura 17). Esse protozoo apresenta a forma de um cone ciliado e vive na pele e brânquias dos peixes, podendo ser responsável pela morte de peixes quando se apresenta em grandes infestações. A ocorrência desta parasitose está associada à má qualidade do ambiente onde o peixe se encontra, principalmente com grande presença de matéria orgânica na água.

De fato, foi confirmado que no fundo da caixa onde os peixes estavam condicionados havia grande quantidade de matéria orgânica, originária principalmente de sobra de ração, o que pode ter facilitado a proliferação destes organismos.



Figura 17 – *Indivíduos de Apiossoma* sp. na superfície da epiderme de peixe. Foto: Google Images, sem atribuição de crédito.

O surubim moribundo pesou 45 gramas, comprimento total de 17,5 cm, comprimento padrão de 15,0 cm, estava aparentemente magro, com coloração escura, nadadeira apresentando isquemia, hemorragia na base da nadadeira ventral e peitoral, olhos opacos, barbilhões com isquemia e presença de fungos nas extremidades, brânquias com extremidades anêmicas, sem reserva de gordura e intestino vazio, constatando assim que o exemplar estava há vários dias em jejum.

ii) *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876)

Foi verificada a ocorrência desse protozoário em indivíduos de *S. parahybae* no período de inverno, quando a temperatura da água fica próxima ou inferior a 21°C. Nesta temperatura, qualquer carga estressora ao qual o animal seja submetido pode explicar a manifestação dessa enfermidade. Os primeiros sinais clínicos são conhecidos: os peixes param de comer e começam a vagar na superfície da água; podem também formar aglomerados na entrada do fluxo de água. Esse quadro é seguido de emagrecimento agudo, ocorre excessiva produção de muco e o animal é levado à morte.

Dois peixes apresentando o comportamento acima foram levados vivos ao Laboratório de Ictioparasitologia e controle de Enfermidades de Peixes do CEPTA para exame parasitológico. Em análise macroscópica foi observada a presença massiva de “pontos brancos” (forma em que este protozoário se manifesta) na superfície do corpo, nas nadadeiras, olhos e brânquias.

Corrêa *et al.* (2010) relata a ocorrência de *Ichthyophthirius multifiliis* (Figura 18) em *S. parahybae*, um protozoário ciliado ectoparasita que penetra completamente na epiderme de peixes de água doce e se alimenta de células do hospedeiro, causando a doença conhecida como “doença dos pontos brancos”, altamente contagiosa e freqüentemente fatal. A infecção ocorre pela variação brusca na temperatura da água, sendo considerada a enfermidade com maiores perdas na piscicultura de água doce. A ictiofitiríase é a principal causadora de mortalidade na fase inicial de criação.

O *Ichthyophthirius multifiliis* tem forma arredondada, ocasionalmente oval, medindo, aproximadamente, 1,0 mm quando adulto, apresentando um típico núcleo central em forma de ferradura. Sua importância deve-se ao fato de possuir um ciclo direto e que pode se completar em poucos dias; caracteriza-se por sua baixa especificidade parasitária. O parasito adulto, chamado trofonte, está presente no tecido branquial ou na pele de peixes infestados. Atingindo a maturidade, sai do hospedeiro e

aloja-se no substrato dos tanques de cultivo, denominando-se tomonte. O tomonte secreta uma parede cística e sofre divisões binárias, originando vários tomitos que se transformarão em terontes. Os terontes são as formas infectantes, claviformes e repletas de cílios. Estes precisam encontrar um hospedeiro, caso contrário, morrerão. O tempo depende de suas reservas energéticas e da temperatura da água.

Tem sido demonstrado experimentalmente (EWING & Kogan, 1988) que existe a possibilidade de reprodução do parasito no epitélio do peixe, fato de importância, uma vez que novas infestações são favorecidas. Esse tipo de reprodução seria vantajoso para o parasito, pois quando não encontra as condições adequadas para reprodução no ambiente aquático, como baixo teor de oxigênio, seu ciclo pode completar-se no hospedeiro. Pode ser encontrado na superfície do corpo, nadadeira, olhos e brânquias dos peixes. Pontos brancos na superfície do corpo, nadadeiras e brânquias, hemorragias e posterior invasão bacteriana e fúngica com aspecto de algodão, são sinais dessa doença. Anorexia, peixes vagando na superfície da água ou aglomerados na entrada da água, emagrecimento, excessiva produção de muco seguida de morte, são outras conseqüências da doença.

Sua ação patogênica começa com penetração dos terontes no epitélio, com a produção de mucocistos que promovem a fixação do parasito ao epitélio, fenômeno importante que favorece a penetração através de uma estrutura chamada “perforatorium”, localizada na extremidade do teronte. Durante essa penetração, pode haver necrose do tecido pelas substâncias secretadas (EWING *et al.*, 1985), responsáveis pela formação de uma cápsula gelatinosa sobre o parasito, que o protege do ambiente. Esta camada sobre o parasito é responsável pela dificuldade de tratamento nesta fase da infestação. A nutrição deste parasito de importância na aqüicultura consiste, principalmente, de células do hospedeiro. Quando estão presentes no tecido braquial, são responsáveis por considerável perda funcional do órgão, prejudicando a respiração e a troca de sais com a água.

Ventura & Paperna (1985) observaram os efeitos patológicos deste parasito sobre ciprinídeos e bagres. Na porta de entrada do parasito, observa-se a pele severamente irritada e opaca. Microscopicamente, verifica-se a vacuolização das células, picnose nuclear e a infiltração de neutrófilos, linfócitos e eosinófilos. Terontes e trofontes jovens são observados na base e na região mediana da lamela branquial. Células semi-digeridas e resíduos celulares podem ser vistos dentro dos vacúolos no citoplasma do parasito, o que sugere um crescimento do trofonte a partir de ingestão de

células epiteliais. O crescimento do trofante na membrana basal provoca deslocamento da camada superior do epitélio, acomodando o parasito na superfície do corpo do peixe.

Observações feitas pelo CAUNESP e também citadas por Kurovskaya & Osadchaya (1993) confirmam a importância desta parasitose na criação, principalmente de alevinos de carpas, pacus, tambaquis, tambacus e traíras. Sin *et al.* (1994) observaram imunidade adquirida contra a doença através de reprodutores fêmeas de tilápia, vacinados contra *I. multifiliis*, antes de desovarem. Após a desova, houve sobrevivência de até 95% dos alevinos deste reprodutor, mostrando que imunidade pode não apenas ser via ovos, mas também por incubação dos ovos na boca do peixe “mãe”, que é costume deste tipo de peixe.

No inverno de 1996, foram registradas pelo CAUNESP grandes perdas em tanques de cultivo, decorrentes de alteração brusca na temperatura ou transporte de animais. As formas encontradas foram diagnosticadas como tomontes presentes nos filamentos branquiais. Isso somente foi possível após manutenção de peixes infectados em aquários que, após 4 a 5 dias, desenvolveram os parasitas adultos no corpo e brânquias. Para a confirmação desse fato, também foi feita a raspagem de brânquias com aquelas estruturas arredondadas (tomontes), e este conteúdo colocado junto com os peixes silvestres livres de parasitos em dois “béqueres” de 2 litros.

Verificou-se, após 3 a 4 dias, que aqueles peixes também desenvolveram a doença. Estes parasitos podem estar presentes, normalmente, em peixes, em pequena quantidade, sem causar danos. Mas, se existe uma queda na resistência do hospedeiro por transporte, alta densidade, falta de oxigênio ou alimentação deficitária, o parasito com certeza irá se desenvolver. O tratamento nesta fase de tomontes e na fase de trofante, já bem avançada, é muito difícil, pois os peixes já se encontram muito enfraquecidos para suportar algum medicamento. Além disso, quando os trofontes estão presentes, secretam uma túnica mucilaginosa sobre si que impede a penetração do medicamento.

Zaniboni-Filho *et al.*, (2010) em tratamento por inoculação na água de cultivo ou apenas em banhos de curta e média duração com formalina na proporção de 25 mg/L foi o que obteve o maior sucesso.



Figura 18 – Estádio do trofante de *Ichthyophthirius multifiliis* (microscopia de luz, aumento de 40X). Fonte: São Clemente et al. (2000)

Em um trabalho realizado com espécies de peixes de couro (Siluriformes) provenientes do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, pesquisadores encontraram os seguintes parasitas: *Myxobolus* sp; *Henneguya* sp; *Trycodina* sp; *Epistylis* sp; *Cryptobia* sp; *Chilodonella* sp; *Ichthyophthirius multifiliis* (Tabela 5) (CECCARELLI et al. 2007).

Tabela 5 - Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes da Ordem Siluriformes, Família Pimelodidae (peixes de couro). Fonte: Ceccarelli et al.(2007)

Hospedeiro	Espécies de parasitas	Sítio de infecção
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Pintado)	<i>Myxobolus</i> sp; <i>Henneguya</i> sp; <i>Trycodina</i> sp; <i>Epistylis</i> sp; <i>Cryptobia</i> sp.	Arco branquial, brânquias, pele
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Cacharra)	<i>Myxobolus</i> sp; <i>Henneguya</i> sp; <i>Trycodina</i> sp; <i>Epistylis</i> sp; <i>Cryptobia</i> sp; <i>Chilodonella</i> sp.	Arco branquial, brânquias, pele
Zungaro jabu (Jaú)	<i>Myxobolus</i> sp; <i>Henneguya</i> sp; <i>Trycodina</i> sp; <i>Epistylis</i> sp; <i>Cryptobia</i> sp; <i>Ichthyophthirius</i> <i>multifiliis</i> .	Arco branquial, brânquias, pele, olho, membrana serosa.
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Jurupoca)	<i>Myxobolus</i> sp; <i>Henneguya</i> sp;	Brânquias, rim

Esse último, *I. multifiliis*, foi também encontrado em exemplares de surubim-do-paraíba. Isto pode estar associado ao fato de se tratar de espécies de couro, mas também

ao ambiente, uma vez que esse parasita varia seus níveis populacionais conforme distúrbios no habitat, refletindo em alterações de parasitismo em peixes.

iii) *Trichodina* sp

Os surubins-do-paraíba parasitados por esse protozoário se tornam bastante debilitados, nadam mais para a superfície da água e apresentam pequenas hemorragias. Em exames macroscópicos observou-se excessiva produção de muco, que formavam um delgado filme esbranquiçado sobre o corpo do peixe. As lesões observadas são algumas petéquias (pontos hemorrágicos) e desintegração do epitélio, freqüentemente dando margem a infecções secundárias por fungos e bactérias. Foi observada também hiperplasia e necrose da epiderme, bem como nadadeiras erodidas ou desgastadas e perda de apetite.

A *Trichodina* (Figura 19) é um protozoário ciliado, de forma circular, e no centro do corpo pode ser observado um disco adesivo, rodeado por uma coroa de dentículos. Pode medir até 86 µm de diâmetro. Ao microscópio, visualiza-se facilmente os dentículos e seu movimento rotatório. São organismos que podem estar normalmente presentes no tanque de cultivo, mas proliferam em águas com excesso de material em decomposição, sendo encontrados em peixe. Quando encontram ambiente favorável, podem parasitar a superfície do corpo, nadadeiras e brânquias dos animais.



Figura 18 – *Trichodina* sp. Fonte: Science Photo Library (2011)

c) Bactérias

As doenças causadas por bactérias são freqüentes em criações de peixes e a taxa de mortalidade, em geral, muito elevadas, principalmente em situações de estresse. Uma das principais bacterioses é a causada pela *Flexibacter*. É conhecida como doença da “boca de algodão” ou da “cauda comida”. É transmitida quando o peixe sofre um grande estresse como a má nutrição, baixa qualidade da água, alta densidade de estocagem e manejo inadequado.

d) Classe Monogenea

Monogêneas são ectoparasitas que completam seu ciclo de vida em um único hospedeiro, neste caso o peixe. Geralmente se localizam nas brânquias e superfície do corpo, podendo levar o peixe à morte por asfixia quando presentes em intensa infestação. Durante o período de execução desse trabalho, foi observada a presença de monogêneas nas brânquias de *S. parahybae* em quantidades inferiores a 2 parasitos por esfregaço. De acordo com Ceccarelli (com. pessoal), essa quantidade pode ser considerada normal para peixes mantidos em cativeiros, não chegando a comprometer a saúde dos mesmos.

Helminhos da classe Monogenea (Platelmintos) têm forma alongada, achatada e são hermafroditas, com exceção de *Diplozoon* sp, que necessita viver germinado com outro da mesma espécie. Medem aproximadamente 400 a 800 µm de comprimento, são providos de ganchos marginais ou âncoras na extremidade posterior do corpo, denominados opisthaptor, e, por vezes, ventosas na extremidade anterior, denominadas prohaptor. Na região mediana do corpo, encontra-se a estrutura reprodutiva chamada de cirrus. Essa estrutura, aliada aos ganchos, é de grande importância taxonômica para sua classificação. Até oito espécies de monogêneas podem ser encontradas em um único peixe. Possuem ainda alta especificidade parasitária (MARTINS, 1998).

Sua patogenicidade é ainda mais acentuada pelo fato de ter ciclo direto, no qual indivíduos adultos liberam ovos, dos quais saem larvas ciliadas chamadas oncomirácídios, que precisam encontrar o hospedeiro em algumas horas, caso contrário morrerão. Localizam-se na superfície do corpo, brânquias, nadadeiras e narinas. A localização dos monogêneas incomoda muito os peixes, que se chocam contra as paredes dos tanques ou contra objetos no fundo do aquário e sobem subitamente à

superfície da água. Ocorre anorexia, hemorragias cutâneas, branquiais, inchaço nos filamentos branquiais, emagrecimento do animal e morte. Considera-se que, atualmente, esta seja a doença mais importante da piscicultura no Brasil (MARTINS, 1998).

Pelo modo de fixação no corpo ou nas brânquias do hospedeiro, com ganchos, causam hiperplasia ou hipertrofia branquial, hemorragias extensas e necroses do tecido. Poucos indivíduos podem ser responsáveis pela morte dos animais, desde que haja queda na qualidade da água e do oxigênio dissolvido. Esta infestação, que nitidamente incomoda o peixe, pode resultar em infecções secundárias por bactérias e fungos, que no Brasil são favorecidas pelo clima tropical. Dessa forma, não é descartada a hipótese de mortalidade em peixes adultos quando as condições aquáticas são inadequadas (MARTINS, 1998).

e) Helmintos

Vermes digenéticos são endoparasitos que obrigatoriamente precisam de um hospedeiro intermediário para completar seu ciclo de vida. Em geral, são transmitidos por um peixe, molusco ou uma ave piscívora. Uma alta infestação desse patógeno pode levar o peixe à morte. O item a seguir relata a ocorrência de uma infestação de *Diplostomum* sp, um representante desse grupo, em surubins-do-paraíba.

4.3.2. Ocorrência de infestação por Digenea *Diplostomum* sp em *Steindachneridion parahybae*

Em trabalho desenvolvido por Ceccarelli e colaboradores (2010, no prelo), consta que exemplares de *Steindachneridion parahybae* mantidos em cativeiro são susceptíveis a infestação provocada por *Diplostomum* sp. com ocorrência de mortalidade. Nesse trabalho, o comportamento de nado desordenado apresentado por juvenis de *S. parahybae* deveu-se à ocorrência de diplostomíase encefálica.

Os danos mecânicos causados pela passagem dos diplostômulos ou pela presença das metacercárias no encéfalo podem levar o peixe hospedeiro à natação errática. Indivíduos de *S. parahybae*, que possuem hábito demersal, quando parasitados nadam realizando movimentos espirais do fundo para a superfície e vice-versa sistematicamente, demonstrando alteração em seu comportamento, sendo que situação semelhante com outra espécie de peixe foi encontrada por Crowden & Broom (1980), trabalhando em condições experimentais, observaram que *Leuciscus leuciscus*

intensamente infectados por *Diplostomum spathaceum* vinham à superfície da água mais freqüentemente e permaneciam por períodos mais longos nadando vagorosamente com pouca mobilidade sem se alimentar, comportamento diferente dos que estavam com infecções leves.

Esse comportamento é agravado com diminuição da visão do peixe, podendo levar a cegueira com opacidade da córnea provocada por catarata. Outro componente da taxa de mortalidade induzida pelo parasita é o aumento da suscetibilidade à predação (ANDERSON, 1978). O animal parasitado e cego torna-se presa fácil para o predador, fator agravado com a presença do dourado *Salminus brasiliensis* introduzido na bacia e adaptado ao ecossistema.

Ceccarelli *et al.* (2010, no prelo) retiraram 10 exemplares que apresentavam natação errática e opacidades de córnea em viveiro de criação e necropsiados. Todos apresentavam diplostomíase no encéfalo e nos olhos, demonstrando assim uma relação da presença do parasito com os sinais clínicos observados (Figura 19).

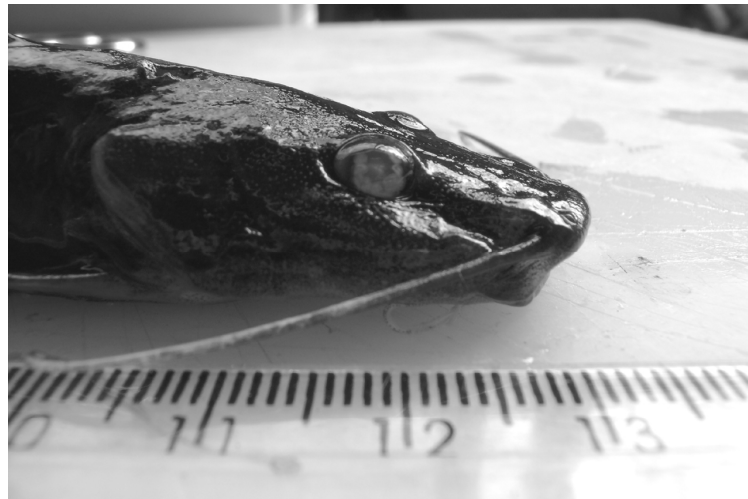


Figura 19 – Opacidade no olho de *Steindachneridion parahybae* provocada por *Diplostomum sp.* Foto: Lincoln Corrêa (2007)

Em fevereiro de 2007, foi verificada mortalidade de vários juvenis de *S. parahybae* nos tanques da Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura da CESP. Em observações realizadas nos tanques de criação, verificou-se que alguns exemplares de *S. parahybae* nadavam sobre o próprio eixo em direção do fundo para a superfície e descendo até o fundo novamente, permanecendo muitas vezes de lado ou com a porção ventral para cima por alguns minutos, reiniciando o movimento. Esse comportamento

foi verificado com maior frequência no viveiro em que estavam os peixes destinados à formação do plantel de reprodutores (aproximadamente 2.000 peixes) e em apenas alguns exemplares no tanque de alevinos. No tanque de peixes adultos (matrizes e reprodutores), os quais foram capturados no mês de dezembro de 2006 no rio Paraíba do Sul, não foi observado esse padrão de comportamento.

Ainda durante as observações de campo foi detectado que a maioria dos peixes apresentava opacidade total de córnea nos dois olhos, necrose nos barbilhões, grande incidência de hirudíneos (sanguessuga) principalmente na região ventral próximo da boca e nos lábios, e presença de metacercárias de *Diplostomum* sp. dentro dos olhos, além de moluscos Lymnaeidae e Planorbidae nos tanques, o que é fundamental para o fechamento do ciclo de vida incluindo os peixes como hospedeiros intermediários.

No ciclo evolutivo dos trematódeos do gênero *Diplostomum*, os ovos saem pelas fezes do hospedeiro definitivo (mamíferos, aves ou répteis aquáticos) e eclodem na água liberando a larva miracídio, que por sua vez penetra em um molusco Lymnaeidae (primeiro hospedeiro intermediário) e desenvolve em esporocistos na glândula digestiva. Os esporocistos transformam-se em cercárias que deixam o molusco e nadam até o segundo hospedeiro intermediário no qual penetram na pele e migram para os olhos onde atingem o estágio de metacercárias. As metacercárias podem sobreviver no peixe por um ano ou mais, alcançando um estágio de desenvolvimento precoce (ERASMUS, 1959; OLSEN, 1974).

Em abril de 2007, foram transportados ao CEPTA 30 exemplares de *S. parahybae* com comprimento total médio de $13,73 \pm 1,28$ cm e peso médio de $22,47 \pm 3,24$ g, nos quais foram examinados os olhos e a caixa craniana através de necropsia e calculadas a prevalência e a intensidade de infecção (BUSH *et al.*, 1997). As metacercárias foram comprimidas entre lâmina e lamínula, coradas em carmim clorídrico e preservadas em bálsamo do Canadá e identificadas segundo Tatcher (1993) e Travassos *et al.*, (1969).

No presente trabalho as quantidades de metacercárias encontradas nos surubins variaram de 1 a 138 exemplares nos olhos e de 2 a 42 no encéfalo. Em todos os peixes examinados foram encontradas metacercárias de *Diplostomum* sp. nos olhos e na cavidade craniana, com intensidade de 107 larvas/peixe. As metacercárias encontradas nos olhos, que estavam opacos devido à formação de catarata (Figura 16), estavam livres no humor vítreo sem encapsulamento. A intensidade mediana de infecção foi de 46 no olho direito e 51 no olho esquerdo.

Algumas metacercárias localizavam-se também abaixo do encéfalo no assoalho da caixa craniana, na altura do lobo óptico, próximo ao nervo óptico. Neste local as metacercárias também estavam livres, sem encapsulamento, bastante ativas e apresentavam intensidade mediana da infecção de 10 larvas/peixe. Este foi o primeiro relato de metacercárias de *Diplostomum* sp. provocando mortandades em surubins-do-paraíba.

4.3.3. Infestação por sanguessuga em *S. parahybae*

Em 04 de novembro de 2010, no Laboratório de Genética e Reprodução de Peixes do CEPTA, em tanque com capacidade para 4000 litros revestido com azulejo, com renovação contínua de água, foram encontrados três surubins mortos e um moribundo. Os peixes apresentavam desequilíbrio osmótico, nadando de lado e em determinado momento com o ventre para cima (moribundo). O mesmo foi imediatamente retirado e levado para exame clínico no Laboratório de Ictioparasitologia e Controle de Enfermidades de Peixes do CEPTA. A análise clínica revelou uma grande incidência de hirudíneos (sanguessugas); em função disso, foi coletado sangue para análises posteriores (Figura 20), uma vez que sanguessugas podem transmitir tripanossoma (CECCARELLI, *com. pes.*).

Os surubins mediram em média 45 gramas, comprimento total de 17,5 cm, comprimento padrão de 15,0 cm. Estavam aparentemente magros, com coloração escura, nadadeira apresentando isquemia, hemorragia na base da nadadeira ventral e peitoral, olhos opacos, barbilhões com isquemia e presença de fungos nas extremidades, brânquias com extremidades anêmicas, sem reserva de gordura e intestino vazio, constatando assim que estavam há vários dias em jejum. Nos dias seguintes da observação da incidência da parasitose foram registrados mais nove peixe mortos.



Figura 20 – Exemplar de Steindachneridion parahybae com sanguessugas no couro (à esquerda); coleta de sangue para exame hematológico (à direita). Foto: Carla N. M. Polaz (2010)

Para identificação, as sanguessugas foram coloridas em carmin e fixadas em lâmina permanente, ao passo que os três surubins mortos foram fixados em solução de formol 4%.

4.4. Possíveis causas da manifestação de enfermidades

Com os resultados apresentados e as observações realizadas pode-se constatar que o surubim-do-paraíba, como todos os peixes selvagens quando submetidos à situação de cativeiro, torna-se bastante susceptível a ocorrência de enfermidades, geralmente causadas pela falta ou queda da resistência dos peixes. Em muitos casos, isso decorre de agressões sobre os organismos e essas agressões geralmente provocam estresse nos peixes (ROBERTS, 1981).

O estresse pode ser causado por vários agentes, entre eles: variação de temperatura, manejo, redução de oxigênio, variação de pH da água e aumento nos níveis de amônia. No manejo destaca-se a captura fora de hora ou período, uso de petrechos impróprios, excessiva permanência do peixe fora da água, danos físicos etc. Entre outros estressores podemos citar a deficiência nutricional (alimentação ou ração não balanceada), alta densidade populacional de estoque dos animais, excesso de alimentos (afeta a qualidade da água), contaminação por produtos químicos, entre outros.

A presença de produtos químicos na água pode causar envenenamento, que vai reduzir a resistência dos peixes e torná-los susceptíveis as diversas doenças. Podem agir também como estressores. Além disso, a combinação equivocada de dois ou mais produtos químicos pode, ao invés de auxiliar, prejudicar ainda mais os animais,

permitindo que as doenças se manifestem. Alguns casos de câncer em peixes podem decorrer a partir do contato com produtos químicos, amplamente utilizados para o controle e tratamento dessas doenças.

As etiologias das enfermidades bióticas são: vírus, bactérias, fungos, protozoários, tumores, parasitos e deficiências nutricionais, enquanto das abióticas são pH, temperatura, salinidade, oxigênio, contaminações e envenenamentos por substâncias tóxicas e/ou nocivas (SANTACAN, 1984).

4.5. Parâmetros Físicos e Químicos da Água

Durante o período de junho de 2010 a junho de 2011, em que os *S. parahybae* permaneceram sob monitoramento desse trabalho, o oxigênio dissolvido na água manteve-se entre uma faixa de 5,0 a 7,0 mg/l, o pH de 5,8 a 6,5, alcalinidade de 12 mg/l e a temperatura variou de 15 (meses mais frios) a 29 °C (meses mais quentes). Dessas variáveis, a temperatura é determinante na instalação das enfermidades.

A temperatura da água afeta tanto o hospedeiro quanto o parasito. Variações na temperatura podem afetar o metabolismo, resposta imune, reprodução, demanda biológica de oxigênio, toxicidade de poluentes, desenvolvimento de parasitoses tem influência seletiva em diferentes tipos de enfermidades (SNIESZKO, 1974). Regra geral, as mortalidades dos surubins-do-paraíba foram registradas quando a temperatura da água estava abaixo de 20°C. Durante esse período, que coincide com os meses de inverno (maio a julho), os peixes praticamente param de comer, não aceitando a ração fornecida, e manifestam a maioria dos parasitos, como o *Ichthyophthirius*, *Apiosoma* e *Trichodina sp.*

Os peixes têm um limite superior e inferior de tolerância térmica e temperaturas ótimas para seu crescimento, incubação de ovos, índice de conversão de alimentos a resistência a determinadas enfermidades. A temperatura da água pode mudar fatores importantes como pressão de oxigênio, solubilidade dos gases, solubilidade de compostos tóxicos, toxicidade de algumas substâncias como metais pesados, e pH da água. Portanto, influem também sobre as propriedades do meio aquático, que são fundamentais para a saúde do peixe (ROBERTS, 1981).

A resposta imunológica em todos os vertebrados ectotérmicos depende da temperatura, e temperaturas baixas retardam ou chegam a neutralizar por completo a produção de anticorpos. A temperatura crítica abaixo da qual não se desenvolve a

resposta imunológica varia de espécie para espécie. Por exemplo, as espécies de água temperadas como a carpa-espelho, não produzem anticorpos quando a temperatura da água está abaixo de 12°C, enquanto que a truta arco-íris, de água fria, mantém sua produção de anticorpos até temperaturas de 5°C (ROBERTS, 1981).

Nesse trabalho, como dito anteriormente, foi verificado que as mortalidades de surubins ocorreram quando a temperatura estava próxima ou inferior a 20°C. Com a temperatura nesta faixa, 40 exemplares foram retirados dos tanques e colocados em um aquário com 60 litros de água, suprimento de aeração artificial, sendo que os peixes ali permaneceram por aproximadamente 40 minutos. Depois, foram devolvidos para o tanque procedente. Vinte e quatro horas após esse manuseio, os peixes manifestaram ictiofitiríase e poucos dias todos os indivíduos foram a óbito. Ceccarelli (1990) foi verificou que, na região sudeste do Brasil, a maioria das mortalidades de peixes, principalmente no período de inverno, é causada por infestações de protozoários.

O conhecimento da zona de conforto térmico é fundamental a manutenção de peixes em sistema de cativeiros, pois é um fator determinante para saber quando se pode ou não realizar o manuseio dos animais. Durante o período de permanência e, principalmente durante o período de adaptação de peixes selvagens em viveiros *ex situ* para formação de reprodutores, é necessário manter condições ótimas para induzir a resposta imunológica primária, inclusive elevar artificialmente a temperatura da água.

4.6. Controle das Enfermidades

As observações de rotina numa estação de criação de peixes são essenciais e delas podem vir a solução de muitos problemas, antes que atinjam níveis catastróficos. Dependendo da área total de viveiros, é viável economicamente um funcionário entrar em serviço mais cedo (por volta das 6 horas), ou se fazer um sistema de rodízio, para que todos os viveiros sejam vistoriados.

Os itens a serem observados podem ser até marcados diariamente numa planilha. São eles:

- a) O nível de entrada de água nos viveiros esta suficiente?
- b) O nível de saída de água dos viveiros não esta adequado?
- c) Há peixes mortos?
- d) Há anormalidade no comportamento dos peixes (estão na superfície, a peixes isolados do grupo etc.)?

- e) Os peixes estão poucos reativos aos estímulos externos?
- f) Há indícios de falta de oxigênio na água?
- g) Há algas em demasia?
- h) Os peixes estão concentrados próximos à entrada ou saída de água do viveiro?

A qualidade da água, principalmente em termos de oxigênio, pH, amônia, nitrito e alcalinidade, também deve ser monitorada com frequência. No momento da alimentação, deve-se jogar inicialmente um pouco de ração e observar se ela é rapidamente consumida pelo peixe. Caso não haja essa aceitação, é indício de que algo pode estar errado com os animais ou com o ambiente.

É comum encontrar indivíduos mortos ao longo da etapa de adaptação (quarentena), frequentemente durante a limpeza das caixas de acondicionamento dos animais, realizada periodicamente. Nesses casos, aplica-se tratamento preventivo, de manutenção, feito com sal marinho.

Dentre suas características, o sal é uma substância amplamente disponível, de baixo custo, seguro para os peixes e para quem o manipula. Composto basicamente por cloreto de sódio (NaCl) pode ser usado em diversas situações da criação de peixes: na prevenção e controle de doenças; como alívio do estresse relacionado às despescas, biometrias, classificações por tamanho, transferências dos indivíduos e confinamento durante a depuração; no alívio do estresse do transporte de curta e longa duração; e como amenizador de condições ambientais adversas (toxidez por nitrito, inflamação das brânquias, entre outros) (KUBITZA, 2007).

Para o controle do *Apiosoma*, do *Ichthyophthirius* e da *Trichodina* o nível da água dos dois tanques foi abaixado e o fundo e as laterais foram limpos com a passagem de espumas e vassoura de pelo. Logo após a limpeza foi aplicado em cada tanque formaldeído na proporção de proporção de 1 ml para cada 50 litros de água e em seguida era aberta novamente a renovação de água. Esse tratamento foi repetido duas vezes ao dia, por três dias consecutivos. Embora neste trabalho não tenha sido realizado experimentos com réplicas e delineamento experimental, pôde-se observar uma melhora visual dos surubins-do-paraíba infestados, que foram tratados com formaldeído na quantidade acima descrita. O emprego desta substância quando consorciada com sal grosso tem surtido bons resultados.

Para o controle da sanguessugas todos os peixes foram transferidos para o Laboratório de Enfermidades de Peixes do CEPTA, onde foram mantidos em caixas de polipropileno de cor preta, supridos com renovação constante de água. Durante três dias

foi aplicado em cada caixa o produto de nome comercial *Masotem*, na proporção de 0,12 g/m³.

A maioria das espécies de peixes não sintetiza a vitamina C (exceções são as carpas, que sintetizam um pouco desse componente). A falta ou deficiência de vitamina C prejudica a formação do tecido conjuntivo, causa deformações na parte óssea, pode inibir a reprodução dos peixes (e também dos crustáceos) e pode torná-los improdutíveis ou indesejáveis para o comércio. Entretanto, em algumas vezes, os peixes com essa deficiência não apresentam anormalidade aparente. O suprimento diário de vitamina C na ração auxilia em:

- a) prevenir e amenizar os efeitos negativos de estressores ambientais.
- b) facilita os processos de cicatrização dos tecidos.
- c) reduz ou neutraliza a toxicidade por contaminantes.
- d) aumenta a defesa imunológica contra infecção bacteriana.

Na ração dos peixes a vitamina C (ácido ascórbico) tem sido usada para reduzir efeitos prejudiciais decorrentes de estresse (por ex., manejo e inverno). A vitamina C, no entanto, deve ser fornecida vários dias antes da ocorrência desse estresse. No caso do inverno, recomenda-se iniciar a administração de um a dois meses antes do seu início.

Existem algumas formas de vitamina C. Para ser incorporada na ração, a que tem apresentado melhores resultados é a formulação *ascorbato-2-monofosfato-de-cálcio*. A vitamina C denominada “protegida” é também conhecida como revestida. Dessa forma, ao ser colocada na água, haverá menor perda. Embora seja um pouco mais cara que a vitamina C não protegida, o efeito é bem melhor.

Como é um produto hidrossolúvel (dissolve-se na água), é recomendável adquirir ração com vitamina C já incorporada. Caso contrário, se for incorporá-la na ração, costuma-se usar óleo de milho, de girassol ou de soja para proteger a vitamina C (0,5 a 1,0 g de vitamina C por kg de ração dependendo da finalidade da ração). Para cada 15 kg de ração, pode-se utilizar de 400 a 500 mL de óleo já com a vitamina C incorporada.

5. CONSIDERAÇÕES

5.2. Manejo integrado de espécies ameaçadas

Inúmeras pesquisas têm mostrado que a probabilidade de uma espécie se extinguir aumenta enormemente quando sua população se torna pequena. Todas as espécies da flora e da fauna necessitam de um número mínimo de indivíduos para garantir que estejam aptas a sobreviver e seguir seu caminho evolutivo. Para garantir a sobrevivência de uma espécie, é necessário garantir que ela possua pelo menos essa população mínima viável (VALLADARES-PADUA, 2006).

Com tantos desafios para atingir o mínimo necessário faz-se necessário o uso de manejo conservacionista que garanta os patamares mínimos genéticos, demográficos e ecológicos compatíveis com sua perpetuação. Para salvar espécies ameaçadas de extinção é necessário atingir dois objetivos: o primeiro é reduzir as ameaças sobre a espécie e o outro é recuperar sua viabilidade.

A maioria das espécies em extinção se encontra nesse limiar pela ação do homem, as mais importantes são:

- Destruição da natureza/fragmentação de ecossistemas;
- Degradação do habitat (incluindo poluição);
- Superexploração das espécies para uso humano;
- Introdução de espécies exóticas;
- Aumento de ocorrência de doenças.

O grande desafio da conservação de espécies é reduzir as pressões negativas sobre elas e seu habitat, em casos extremos é preciso manejá-las geneticamente e demograficamente para manter sua população dentro dos patamares de viabilidade, enquanto se trabalha a redução das ameaças que recaem sobre si.

Os desafios na conservação de pequenas populações podem ser ameaçadas por fatores intrínsecos, mais importantes em demografia, são aqueles que afetam as taxas de nascimento e morte ou razão sexual de uma população, as populações podem ser afetadas em sua variabilidade genética. Já entre os fatores extrínsecos, o fator que mais afeta uma pequena população é simplesmente a variação ambiental, como catástrofes,

incêndio, furacão que podem dizimar toda a população (VALLADARES-PADUA, 2006).

Na conservação de espécies que possuem populações reduzidas devem ter prioridade pesquisas sobre a situação dessas espécies na natureza (status) e a formulação de um programa de manejo específico para ela.

O objetivo de salvar uma espécie está relacionado, também, a proteção e conservação de seu hábitat, e as ações para isso devem ocorrer concomitantemente. Para conservação de populações pequenas é fundamental a criação de um cenário onde exista fluxo gênico suficiente para escapar dos efeitos deletérios genéticos e demográficos prejudiciais, aumentando o número de indivíduos e mantendo ao mesmo tempo a variabilidade genética da espécie. Esse fluxo genético pode ser planejado através de ações como translocações, que seria a movimentação de animais selvagens entre populações distintas, dentro do território de ocorrência e reintroduções que no caso, são animais nascidos em cativeiro de volta à vida livre, dentro do território original de ocorrência.

A população de cativeiro serve, nesse caso, como uma base para reconstrução da população na natureza, após a ocorrência de possíveis catástrofes dizimadoras ou outros fatores redutores de população. Também serve como incremento de indivíduos na natureza em programas de reintrodução e populações em cativeiro, não deve figurar como as únicas e principais soluções para a conservação de uma espécie com tamanho populacional pequeno. No caso da população em cativeiro é possível que haja um depauperamento genético da população se não forem adicionados novos indivíduos selvagens a ela (novos fundadores).

A conservação de espécies pode ser feita através de um programa diferenciado para o manejo de espécies ameaçadas, denominado manejo programa de manejo de metapopulação, que envolve ações integradas entre cativeiro e vida livre. O manejo de metapopulação enfoca a conservação de subpopulações pequenas de uma espécie em conjunto, como uma grande população. Neste manejo, a população em cativeiro (população-núcleo) não precisa ser grande, porque o fluxo constante de indivíduos entre cativeiro e natureza manterá a diversidade genética necessária, com um número menor de animais. Desta forma, a população-núcleo possuirá sempre uma alta proporção da diversidade de genes selvagens. Isso a torna uma população com a mesma qualidade genética e demográfica da população selvagem, e que pode ser usada para repovoar a natureza caso algum fator diverso aconteça.

No programa de manejo de metapopulação, manutenção da viabilidade populacional não está limitada à população de cativeiro, através dos reintrodutores. O manejo é integrado entre as subpopulações selvagens e a população-núcleo, sendo que a ênfase maior está nas subpopulações selvagens, que são a base para viabilidade da espécie.

É importante salientar que, nesse tipo de manejo, somente com um estreito contato entre profissionais que trabalham no cativeiro e na natureza pode-se estabelecer um programa de sucesso, no qual se diagnostique e solucione os problemas da espécie.

No caso do surubim-do-paraíba, ainda são necessárias mais pesquisas voltadas a desvendar aspectos de sua biologia e ecologia. Processo paralelo é o de proteger e recuperar seus habitats remanescentes; ações de conservação *ex situ*, como a formação de bancos genéticos, e o manejo *in situ* das populações sobreviventes também são estratégias importantes no sentido de resgatar a variabilidade genética das espécies ameaçadas. Algumas dessas ações já estão sendo desenvolvidas pelo CEPTA e pela Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP, em Paraibuna, SP. No futuro, espera-se que os exemplares de *S. parahybae* mantidos em cativeiro possam servir de material-fonte para programas de reintrodução da espécie na natureza.

5.3. Desafios da reintrodução de espécies nativas no Brasil

As reintroduções (ou “repovoamentos”) não se valeram apenas das espécies produzidas em piscicultura: parcela significativa das espécies disseminadas no território brasileiro foi simplesmente capturada em algum ambiente natural e liberada em outro (espécies alóctones). Algumas delas passaram por um período prévio de aclimação em estações de piscicultura, como a corvina-de-água-doce ou pescada-do-piauí (*Plagioscion squamosissimus*), o apaiari ou oscar (*Astronotus ocellatus*), o tucunaré (espécie do gênero *Cichla*), e muitas outras mantidas nos açudes do Nordeste e depois introduzidas em reservatórios e rios do Sul e do Sudeste do país (VIEIRA & POMPEU, 2001).

Recentemente, a liberação de peixes híbridos agravou ainda mais o já confuso quadro dos repovoamentos no país. Os exemplos mais conhecidos são os “paquis” e “tambacus” obtidos por cruzamentos entre pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Collossoma macropomum*). Também é híbrida a espécie conhecida como “pintachara”

ou “cachapinta” (do gênero *Pseudoplatystoma*, cruzamento entre as espécies *P. corruscans* e *P. fasciatum*), piscívora de grande porte muito cultivada para uso em estabelecimentos do tipo “pesque-pague” e para alimentação. Existem registros de captura de exemplares desses híbridos no RPS, porém, com identificação ainda não confirmada (INEA, *com. pes.*).

A formulação de legislação específica – as portarias 46, de 27 de janeiro de 1971 e a 001, de 4 de janeiro de 1977, da então Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe) – fez das reintroduções uma regra a partir dos anos 70, quando essa prática passou a ser o principal método para diminuir os impactos da construção de barragens sobre as comunidades de peixes. As portarias tornaram obrigatória a implantação, junto às usinas hidrelétricas, de estações de piscicultura. A definição legal adotada para essas estações revela a baixa preocupação com os impactos ambientais: “o conjunto de obras, instalações e equipamentos necessários aos trabalhos de pesquisa e produção de alevinos para reposição, manutenção, substituição e ampliação dos estoques de peixes das represas e bacias hidrográficas”. O termo ‘substituição’, por exemplo, comprova a visão inadequada em que esse documento legal estava baseado.

Uma confirmação do uso constante dos repovoamentos foi feita por um estudo da Universidade Federal de Juiz de Fora: de 30 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) realizados para usinas hidrelétricas, em diferentes estados, 25 apresentaram propostas de mitigação de impactos e, desses, 11 recomendaram ações de reintroduções. Na interpretação dos pesquisadores, tais ações são ineficazes, pois não há relatos de reintroduções que tenham conseguido o retorno de espécies nativas perdidas com a transformação do hábitat de rio para reservatório. Para agravar a situação, a maioria das espécies introduzidas (e que conseguiram se estabelecer) em reservatórios brasileiros veio de outros países ou de bacias diferentes daquela em que a barragem foi implantada. Um exemplo patente é a introdução do bagre-africano (*Clarias gariepinus*), espécie agressiva e com alto potencial invasor, em muitos rios e reservatórios do país.

A associação entre a intensa degradação dos ambientes aquáticos nas últimas décadas e uma legislação ambiental equivocada tornou os programas de repovoamentos a principal, e em alguns casos, única estratégia de reversão do processo de perda de espécie em corpos d’água. Embora estas ações continuem a ser praticadas em todo o país, são raros os estudos que avaliem sua eficiência na recuperação de espécies de populações ameaçadas, sua relação custo-benefício ou seu papel dentro de sistemas de manejo sustentável das populações.

Os poucos estudos disponíveis até agora mostraram alterações em vários sistemas, embora a maioria das questões continue sem repostas. A manutenção da qualidade genética dos exemplares produzidos talvez seja um dos maiores problemas nos programas de repovoamentos. A alta taxa de sobrevivência de indivíduos obtida nas estações de piscicultura, se comparada à da natureza, indica que genótipos de baixa aptidão, normalmente eliminados através da seleção natural, serão liberados. Como é liberada grande quantidade de indivíduos, tida como necessária para a eficiência das reintroduções, a aptidão média dos indivíduos da população (a natural mais a introduzida) tende a diminuir, o que altera as taxas de sobrevivência e de renovação da população.

Outro fator que não pode ser desconsiderado é uma possível redução da qualidade do estoque receptor, quer dizer, dos indivíduos nativos que já viviam no ambiente, em função do aumento dos níveis de consangüinidade. Quando o repovoamento é realizado com espécies exóticas, inúmeros problemas adicionais podem ocorrer inclusive a predação de peixes nativos e a introdução no ambiente de agentes causadores de doenças que antes não existiam (HILSDORF, 2009).

Considera-se um repovoamento “de sucesso” aquele capaz de estabelecer uma população introduzida em um ambiente natural. No entanto, sob o ponto de vista da integridade dos ambientes aquáticos, isso é questionável. Embora os repovoamentos possam aumentar a disponibilidade de peixes, fato raramente demonstrado no Brasil, eles não têm resultado na manutenção da biodiversidade ou na recuperação das funções ecológicas, pois não são direcionados para isso (VIEIRA & POMPEU, 2001).

No Brasil, os programas de repovoamento desenvolvidos por órgãos públicos ou concessionárias do setor elétrico indicam um aumento anual do número de peixes liberados, como no caso da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf). Grande parte das espécies usadas nesses programas ainda são exóticas, evidenciando que, apesar do conhecimento dos problemas que o uso destes organismos gera, eles continuam a ser liberados em grande proporção.

Outro exemplo que mostra a necessidade de revisão dessa estratégia está na pesca profissional no reservatório de Furnas, situado no rio Grande, em Minas Gerais. Estudo realizado desse reservatório mostrou que, após 17 anos de reintroduções com o trairão (*Hoplias lacerdae*), essa espécie contribuía com apenas 1,9 % da população pesqueira. O restante da população compôs-se de espécies nativas ou exóticas, que não haviam sido objeto de repovoamentos sistemáticos (VIEIRA & POMPEU, 2001).

Dados como esses chamam a atenção para a afirmação do biólogo Ângelo Antonio Agostinho, do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá (PR), quanto aos programas de reintroduções conduzidos no Brasil: “*Espécies erradas colocadas em locais inadequados, de maneira equivocada e sob condições naturais não apropriadas levaram esses esforços ao insucesso. Na maioria dos casos de introduções, os espécimes liberados jamais foram capturados, o que obviamente significa equívoco na alocação de esforços*”.

Cabe ainda ressaltar que a maioria das reintroduções teve ou tem como objetivo explícito o cumprimento da legislação ou o aumento da produção pesqueira. Raras vezes, essa estratégia foi empregada para recuperar populações que estivessem em perigo real de extinção (VIEIRA & POMPEU, 2001).

Parte das próximas etapas do trabalho será realizada na Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura da CESP, quando serão feitas as avaliações do manejo e dos lotes de surubins lá estocados (questionário-base em Anexo). Na ocasião, também será coletado material para a determinação do padrão hematológico da espécie, a partir de exemplares selvagens de *S. parahybae*.

6. CONCLUSÕES

- A fase inicial de adaptação (“quarentena”) de *S. parahybae* em cativeiro foi considerada o período mais crítico dentre as etapas de formação e manutenção do banco genético da espécie.
- A espécie *S. parahybae* foi acometida por uma série de enfermidades que provocaram mortalidades nos três lotes adquiridos e transportados da CESP em 2008, 2009 e 2010, tornando-se o maior entrave para a manutenção dessa espécie em cativeiro. Em um caso específico (2008), houve a morte de todos os exemplares; as causas ainda são desconhecidas.
- As principais enfermidades identificadas durante o desenvolvimento desse trabalho foram: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Diplostomum* sp, *Apiosoma* sp e hirudíneos (sanguessugas).
- As enfermidades por protozoários foram as mais importantes. Eles se proliferaram quando as condições ambientais se tornaram inadequadas (chegada

do inverno), ou quando indivíduos de *S. parahybae* foram submetidos a altas densidades de estocagem ou em condições de nutrição inadequadas.

- Porém, as medidas de controle e tratamento adotadas, principalmente aquelas preventivas, que envolveram a limpeza periódica dos ambientes de cativeiro e o monitoramento constante das condições da água, mostraram-se bastante eficientes em conter e reverter as perdas de surubins.
- Embora produtos comerciais tenham sido administrados, a aplicação do sal (NaCl) e o uso da vitamina C, que foi incorporada à ração, foram medidas importantes para o tratamento e controle das enfermidades que acometeram os animais.
- Nesse trabalho, *S. parahybae* apresentou uma sobrevivência de cerca de 50% em condições de cativeiro, considerando os lotes adquiridos em 2009 e 2010.
- A identificação e caracterização precoces dos agentes patológicos reduzem o tempo de reação dos técnicos e pesquisadores, de maneira que as medidas de controle e tratamento podem ser postas em prática ainda nos estágios iniciais das doenças. Tal fato tem sido determinante para o sucesso na formação e manutenção do banco genético dessa espécie.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às analistas ambientais Carla Natacha Marcolino Polaz e Rita de Cássia A. G. Rocha e à pesquisadora visitante do CEPTA/ICMBio, Daniele Fernanda Rosim, pelas valiosas contribuições feitas a este relatório e ao PIBIC/ICMBio pela concessão da bolsa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Águas – ANA. Página oficial. Disponível em <<http://pbs.ana.gov.br>>. Acesso em outubro de 2010.
- AMLACHER, E. **Manual de enfermidades de los peces**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1964 - 319 p.
- BIZERRIL, C.R.S.F. (1999), “A Ictiofauna da Bacia do Rio Paraíba do Sul”. Biodiversidade e Padrões Biogeográficos. *Brasilian Archives of Biology and Technology*. 42 (2):233-250.
- CECCARELLI, P. S., SENHORINI, J. A., VOLPATO, G. **Dicas em Piscicultura – Perguntas e Respostas**. Botucatu, SP, 2000, p. 154-158.
- CECCARELLI, P. S. *et al.* Infecção Natural por *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832 (Trematoda, Diplostomidae) em *Steindachneridion parahybae* Steindachner, 1876 (Siluriformes, Pimelodidae) em cativeiro. *In: Anais do XI ENBRAPOA – Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos*, 19 a 22 de julho de 2010, Campinas, SP.
- CECCARELLI, P. S. *et al.* *Pesquisa Patológica e Genética em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai: Levantamento Quali-Quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense*. 2ª Ed. Pirassununga: IBAMA, 2007. 169 p.
- CHUBB, J.C., Seasonal occurrence of helminths in fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Adv. Parasitol.* 20:1-291.
- CORRÊA, L. L. *et al.* Mortalidade de *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1876) (Siluriformes: Pimelodidae), por infecção natural de *Ichthyophthirus multifiliis* (Ciliophora). *In: Anais do XI ENBRAPOA – Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos*, 19 a 22 de julho de 2010, Campinas, SP.
- DOLFINI, L. C. R; *et al.* Subsídios para Elaboração de Plano de Ação do Surubim-do-Paraíba (*Steindachneridion parahybae*), Espécie Ameaçada da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *In: Anais do II Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*. Brasília, 17 a 19 de agosto de 2010.
- EIRAS, J.C., Elementos de ictioparasitologia. Porto-Portugal. Fundação Eng. Antonio de Almeida. 1994 - 339 p.
- FERRAZ DE LIMA, C.L.B., BASÍLIO, M.C. **Técnicas para a preparação de coleções parasitológicas de peixes**. Pirassununga: CEPTA/IBAMA, 1994, 10pp. (apostila).

- Fundação Christiano Rosa - Plano da bacia hidrográfica do Paraíba do sul - UGRHI 02 - 2009-2012. Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul - CBH-OS. Financiamento: Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO. Dezembro/2009.
- GARAVELLO, J. C. (2005). Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology* **3** (4): 607–623. [doi:10.1590/S1679-62252005000400018](https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000400018).
- HAAS, W.; WULFF, C.; GRABE, K.; MEYER, V.; HAEBERLEIN, S. Navigation within host tissues: cues for orientation of *Diplostomum spathaceum* (Trematoda) in fish towards veins, head and eye. *Parasitology* v. 134, p. 1013-1023, 2007.
- HECKMANN, R.A. Host records and tissue locations for *Diplostomum mordax* (metacercariae) inhabiting the cranial cavity of fishes from Lake Titicaca, Peru. *J Parasitol.* v. 78, p.541-543, 1992.
- HONJI, R.M, Caneppele, D, Hilsdorf, A. W. S, Moreira, R. G. 2009. Threatened fishes of the World: *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Pimelodidae). *Environ Biol Fish* (2009) 85: 207 – 208. doi 10.1007/s10641-009-9480-9.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Curso de produção de Iscas Vivas**. Brasília, 2002 – p. 47, 50,51, 52.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. Página oficial: Disponível em: www.icmbio.gov.br. Acesso em novembro de 2010.
- KABATA, Z. Parasites and diseases of fish cultured in the tropics. London: Taylor & Francis, 1985. 318p.
- KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. *Revista Panorama da Aqüicultura*, setembro/outubro, 2007.
- MACHADO, C.E.M. & H.C.F. Abreu. 1952. Notas Preliminares Sobre a Caça e a Pesca no Estado de São Paulo – I. A Pesca no Vale do Paraíba. *Bol. de Indústria Animal*. 13:145-160.
- MARTINS, M. L. (1998). **Doenças Infecciosas e Parasitárias de Peixes** – UNESP. Boletim Técnico nº 3 – 2ª edição. p. 19-22, 27 e 28.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção**. Ângelo Barbosa Monterio Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia (Eds). – 1.ed – Brasília, DF : MMA; Belo Horizonte, MG : Fundação Biodiversitas, 2008. 2v. 1420 p.
- Museu de Zoologia João Moojen – MZJM. Página oficial. Disponível em <<http://www.museudezoologia.ufv.br/bichodavez>>. Acesso em agosto de 2010.

- OLIVEIRA, J.C. & D.F. Moraes Júnior. 1997. Dados adicionais à descrição de *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1876) (Teleostei, Siluroidei, Pimelodidae). *Bol. Mus. Nac., Sér. Zool.* 384:11.
- PAPERNA, I. Parasites, infections and diseases of fishes in Africa. *CIFA Tech. Pap.*, n. 7, p.1-216, 1980.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.& TAKEMOTO, R.M. , Doenças de Peixes – Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento – Maringá: EDUEM: CNPq: Nupélia, 264p.:il, 1998.
- REINCHENBACH-KLINKE, H.H., Enfermedades de los peces. Zaragoza, Editorial Acribia, 1982. 507 p.
- ROBERTS, R.J. Patologia de los peces. Version Española de M. Carmem Blanco Cachafeiro. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1981. 366p.
- SEPPÄLÄ, O.; KARVONEN, A; VALTONEN, T. Manipulation of host by eye flukes in relation to cataract formation and parasite infectivity. **An. Behav.** V. 70, p.889-894, 2005.
- SNIESZKO, S.F. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. *Journal of Fish Biology*, v.6, p.97-208, 1974.
- TRAVASSOS, L. Esboço de uma chave geral dos nematóides parasitas. **Rev. Vet. Zoot.** 10 (2): 59-70, 1920.
- TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P. & PEREIRA, C., Fauna Helminológica dos Peixes de Água Doce do Brasil. *Arch. Inst. Biol.*, 1: 5-68, 1928.
- VALLADARES-PADUA, C. B, MARTINS, C. S, RUDRAN, R (2006), “Manejo integrado de espécies ameaçadas”, in Laury Cullen Jr., Rudy Rudran, Cláudio Valladares-Padua (orgs.), *Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba: UFPR, 633-648.
- ZANIBONI-FILHO, E, TATAJE, D. R, SILVA, S. H. 2010. Cultivo de bagres do gênero *Steindachneridion*. In Bernardo Baldisserotto e Levy de Carvalho Gomes (orgs.), *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM, 363-377.

ANEXO

QUESTIONÁRIO

Data: 22 / 06 / 2011

Entrevistado: **Danilo Caneppele**

Função/cargo: **Analista de Meio Ambiente**

Local: **Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura de Paraibuna**

1. Quando o surubim-do-paraíba é capturado na natureza e levado até a Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP em Paraibuna, como é feito o processo de aclimatização do peixe para antes de ser liberado nos tanques?

R: Transporte com sal (1g/litro) – Equilíbrio térmico e osmótico, banho curto com azul de metileno, marcação eletrônica, aplicação de Terramicina, novo banho, liberação em tanque com fundo de areia, verificação semanal, banho de sal e avaliação das necessidades de outros tratamentos.

2. Como é feito o saneamento nos tanques e de quanto em quanto tempo os tanques são limpos?

R: Lotes de Surubins adultos são trocados de tanques de três em e meses. É feita a desinfecção, exposição ao sol e cal virgem nas áreas úmidas.

3. Quais parasitas foram encontrados nos surubins da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da CESP?

R: Diplostomum sp. nos surubins selvagens e em um lote de F1. Nos alevinos Ichthyophthirius multiphiliis.

4. Já houve grandes mortalidades de surubim? Quando? As causas são conhecidas?

R: A manutenção de lotes de alevinos durante o período de inverno é bastante arriscada, sendo comum a infestação por Ichthyophthirius multiphiliis, que pode ser controlada com aplicação de sal grosso, se detectada em uma fase inicial.

5. Quais análises são feitas nos peixes que adoecem ou morrem?

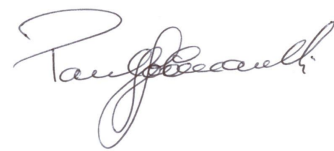
R: Análises microscópicas de lâminas com raspagem de brânquias e tegumento. Aspectos dos órgãos internos.

6. Quais são os procedimentos de rotina para monitoramento dos tanques?

R: Todos os tanques da E.H.A. são vistoriados diariamente, verificando-se entradas e saídas de água, aspectos, alimentação, comportamento dos peixes, presença de predadores (aves etc.), entupimentos, etc.



Lizandra Cristina Rosa Dolfini
Bolsista



Dr. Paulo Sergio Ceccarelli
Orientador



Ms. Carla Natacha Marcolino Polaz
Co-orientadora