

ARQUIVO TECNICO

CONTROLE BIOLÓGICO DE LARVAS
DE PERNILONGOS EM LAGOAS
DE AGUAPÉ

- RELATÓRIO PARCIAL -

0403
M858c(RCET)
032125



24028

032125

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE PESQUISA

SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA DE ÁGUA E RESÍDUOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**CONTROLE BIOLÓGICO DE LARVAS
DE PERNILONGOS EM LAGOAS
DE AGUAPÉ**

- RELATÓRIO PARCIAL -

| | |
|----|-------|
| 30 | 32125 |
|----|-------|

0403
M858c (RCET)
032125

DIRETORIA

Werner Eugênio Zulauf
Diretor-Presidente

Antônio Alves de Almeida
Diretor Administrativo

Fredmar Corrêa
Diretor de Planejamento Ambiental

Nelson Mansour Nabhan
Diretor de Engenharia

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Paulo Bezerril Júnior
Diretor Financeiro

Samuel Murgel Branco
Diretor de Pesquisa

DIRETORIA DE PESQUISA

Prof. Samuel Murgel Branco

ASSISTENTE TÉCNICO-CIENTÍFICO

Prof. Aristides Almeida Rocha

ASSISTENTE ADMINISTRATIVO

Eng.^a Neusa Monteiro de Arruda Juliano

SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA DE ÁGUA E RESÍDUOS

Eng^o Roberto E.B. Centurión

GERÊNCIA DE PESQUISA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E QUALIDADE DE ÁGUA

Eng^o José Roberto Costa

CETESB - DE DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

- EQUIPE TÉCNICA

- Biol. Ottone Fermino Motter (Coordenador)
- Lim. Hideo Kawai
- Biol. Pedro Jureidini
- Anal. Micr. José da Conceição Neto

APRESENTAÇÃO

O presente relatório descreve os principais testes já realizados com o peixe-do-paraiso (Macropodus operacularis), bem como os resultados obtidos e sua interpretação.

O interesse em testar o peixe-do-paraiso para controle de larvas e pupas de mosquitos em lagoas de aguapé surgiu a partir do estudo das características físicas e biológicas dessa espécie. Uma das particularidades que distingue esses peixes dos demais é a presença de um duplo sistema respiratório que é fundamental para a finalidade para a qual está sendo proposto.

Graças a essa peculiaridade, podem habitar águas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido como é comum ocorrer nas lagoas de aguapé.

As diversas experiências com os peixes foram desenvolvidas tanto em laboratório como em sistemas de tratamento de esgotos domésticos e em reservatórios de água.

Em algumas fases do trabalho, contamos com a participação da Secção de Controle de Vetores do Departamento de Controle de Zoonoses da Secretaria de Higiene e Saúde da Prefeitura do Município de São Paulo, que também está interessada na utilização dos peixes para controle de mosquitos nas bacias hidrográficas do município.

RESUMO

O uso sistemático de inseticidas, principalmente o BHC e o DDT, no combate aos mosquitos induz o aparecimento de linhagens resistentes, de difícil controle sanitário. Além disto, os inseticidas poluem o meio ambiente, causando grandes danos ecológicos. Com o propósito de controlar biologicamente as populações de mosquitos nas lagoas de aguapé para tratamento de esgotos, iniciou-se uma série de estudos visando a introdução de uma espécie exótica de peixe larvófago, denominado peixe-do-paráiso (Macropodus opercularis). Os dados sugerem que essa espécie é adequada para combater eficazmente os mosquitos durante a fase aquática de seu ciclo vital.

ÍNDICE

| | pag. |
|---|------|
| 1. <u>INTRODUÇÃO</u> | 01 |
| 2. <u>BIOLOGIA DO PEIXE-DO-PARAÍSO</u> | 04 |
| 3. <u>ESTUDO EXPERIMENTAL</u> | 09 |
| 3.1. ADAPTAÇÃO DO PEIXE-DO-PARAÍSO À REPRESA BILLINGS | 09 |
| 3.2. TOLERÂNCIA DO PEIXE-DO-PARAÍSO AO ESGOTO DOMÉSTICO | 10 |
| 3.3. CONSUMO DE LARVAS E PUPAS DE MOSQUITOS PELO PEIXE-DO-PARAÍSO | 12 |
| 3.4. ADAPTAÇÃO DO PEIXE-DO-PARAÍSO À LAGOA DE AGUAPÉ | 12 |
| 3.5. DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DE LARVAS DE MOSQUITOS NA LAGOA DE AGUAPÉ | 14 |
| 3.6. CONSUMO DE CARAMUJOS PELO PEIXE-DO-PARAÍSO..... | 14 |
| 4. <u>CONCLUSÕES</u> | 16 |
| 5. <u>BIBLIOGRAFIA</u> | 25 |

1. INTRODUÇÃO

O termo mosquito, como diminutivo de mosca, deveria designar genericamente insetos dípteros de pequenas dimensões. A palavra, entretanto, adquiriu acepção menos abrangente, passando a referir apenas os dípteros nematóceros (com antenas longas) hematófagos (que se alimentam de sangue) e, em especial, os culicídeos. Neste sentido é aproximadamente sinônimo de pernilongo. A denominação mosquito pernilongo também é frequentemente utilizada.

Os mosquitos, particularmente os que causam incômodo à população e atuam como vetores na transmissão de doenças como a malária e a febre amarela, nos últimos quarenta anos, vêm sendo com batidos pelo homem através do uso crescente de inseticidas. Paralelamente, os insetos desenvolveram resistência aos tóxicos, dificultando, ou mesmo impossibilitando, o controle defensivo.

Afora o importante problema da resistência dos insetos aos inseticidas, tornando-os inócuos como tais, uma outra problemáti ca de consequências nocivas consideravelmente maiores, surgiu simultaneamente. Trata-se da contaminação ambiental por estas substâncias tóxicas, comprometendo todas as formas de vida, in cluindo naturalmente o próprio homem.

Tais decorrências do uso de inseticidas estão forçando a busca de soluções alternativas para o combate aos insetos, com espe cial ênfase à metodologia biológica de controle.

Como os mosquitos desovam e se desenvolvem na água, só a abando nando no estágio adulto, seu controle populacional pode ser eficientemente realizado através da predação por espécies de peixes larvófagos.

Nos Estados Unidos da América do Norte uma espécie larvófaga na tiva, apropriadamente denominada "mosquito fish" (Gambusia affinis) foi amplamente estudada e utilizada no combate aos mos

quitos. No Brasil, o lebiste (Poecilia reticulata), originário da América Central, foi introduzido há algumas décadas, inicialmente no Rio de Janeiro. Estas duas espécies exóticas pertencem à família dos poecilídeos. Os representantes desta família sempre apresentam pequenas dimensões (comprimento de 3,0 a 10,0 centímetros) e têm grande apetência por larvas de mosquitos.

Existem diversas espécies de poecilídeos autóctones do Brasil, povoando águas doces e salobras e contribuindo naturalmente para o controle das populações de mosquitos. Porém os poecilídeos, em geral, apenas habitam águas bem oxigenadas, pouco poluídas e com escassa ou nenhuma vegetação aquática. Instintivamente evitam o deslocamento em meio a plantas aquáticas.

Nas bacias hidrográficas do Município de São Paulo, embora existam poecilídeos - inclusive o lebiste (Poecilia reticulata), perfeitamente adaptado em alguns locais, os baixos teores de oxigênio dissolvido na água, os poluentes em altas taxas e as extensas e compactas massas de vegetação aquática flutuante são fatores limitantes à sobrevivência destes peixes. Por outro lado, estas condições ambientais não impedem a proliferação de mosquitos. As larvas e pupas embora aquáticas, respiram oxigênio aéreo na superfície livre da água; são, ainda, muito resistentes aos poluentes e encontram, em meio à vegetação aquática, alimento abundante e abrigo seguro. Os densos aglomerados de plantas aquáticas flutuantes, representadas principalmente pelo aguapé (Eichhornia crassipes), alface d'água (Pistia stratiotes) e salvinia (Salvinia auriculata) constituem, de fato, verdadeiros criadouros de mosquitos, a salvo da ação predatória dos peixes poecilídeos.

As lagoas de aguapé para tratamento de esgotos domésticos tem adquirido destaque ultimamente, principalmente no Estado de São Paulo, como resultado dos estudos conduzidos pelo CENA-Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

Porém, um dos sérios inconvenientes desse tipo de sistema de tratamento de esgotos é constituído pela grande proliferação de mosquitos.

As águas poluídas por matéria orgânica constituem-se em criadouros naturais de diversas espécies de dípteros aquáticos, principalmente culicídeos. A disponibilidade de alimento em abundância nessas águas, associada à falta de predadores que não toleram tais ambientes, favorecem a ocorrência de verdadeiras explosões populacionais de mosquitos, principalmente nos períodos mais quentes. Nessas ocasiões a superfície da água dessas lagoas fica coalhada por larvas e pupas de pernilongos.

A grande proliferação desses insetos nas lagoas de aguapé utilizadas para tratamento de esgoto, tem se constituído no principal motivo de reclamações das populações que vivem nas imediações dessas lagoas. Em entrevistas feitas com pessoas que residem num raio de até 2 Km das lagoas de aguapé, foi constatado que o aumento de pernilongos nas residências coincidiu com a entrada em operação dessas lagoas. Em alguns casos, a pressão exercida pelas populações foi tão intensa que as lagoas tiveram que ser desativadas.

Em face a esta situação, cogitou-se encontrar e estudar uma espécie de peixe para controlar as populações de mosquitos, que apresentasse as seguintes características:

- a) grande apetência por larvas e pupas de mosquitos;
- b) pequenas dimensões e um comportamento que permitam o deslocamento entre a densa vegetação aquática e o acesso às águas rasas ribeirinhas;
- c) boa resistência e adaptabilidade às condições das águas em questão, entre as quais são relevantes as mudanças de temperatura, os baixos teores de oxigênio dissolvido e os altos teores de poluentes;
- d) comportamento que não ameace o equilíbrio ecológico.

Consultando o Sr. Fernando A.C. Bignardi, Diretor do Instituto de Pesquisas Ictiológicas de São Paulo, foi sugerido o peixe-do-paráíso (Macropodus opercularis), o qual passou a ser submetido a estudos laboratoriais e de campo, a fim de se verificar se corresponde às características exigidas supracitadas.

2. BIOLOGIA DO PEIXE-DO-PARAÍSO (Macropodus opercularis)

O peixe-do-paraíso (Macropodus opercularis) é uma espécie pertencente à família Anabantidae ou Labirintidae, originária da Coreia, China, Vietnã do Sul e Formosa. Seu habitat são águas estuarinas, rasas e sombreadas, sujeitas à influência de marés.

Este peixe vem sendo criado há séculos pelos chineses e, por sua rusticidade, constitui-se numa das mais antigas espécies ornamentais; possui ainda interesse histórico por ter sido a primeira espécie tropical introduzida na Europa para criação em aquários domésticos. Este fato foi registrado por Samuel Pepys, a 28 de maio de 1665, tendo ele escrito em seu diário: "Thence home to see my lady Pen, where my wife and I were shown a fine rarity of fishes kept in a glass of water, that will live so forever, and finely marked they being foreign".

O nome do gênero (Macropodus, do grego macro: longo, comprido e podos: pé) é uma alusão a suas longas nadadeiras dorsal, caudal, anal e ventrais, enquanto que o relativo à espécie (opercularis, do latim operculum: tampa, cobertura) se refere à placa opercular conspicuamente colorida, com uma mancha verde metálica, circundada por uma linha alaranjada.

O padrão cromático se caracteriza por uma coloração geral castanho-acinzentada. O dorso é manchado por pintas negras, enquanto as laterais do corpo são riscadas por cerca de 20 linhas, alternadamente azuis e vermelhas, com brilho metálico. Na região opercular, destaca-se a mancha verde metálica já citada e que serviu para nomear a espécie. As nadadeiras são vermelhas com estrias azuis e verdes metálicas.

O colorido e as dimensões das nadadeiras são bem mais acentuados nos machos do que nas fêmeas, constituindo os dois parâmetros principais do dimorfismo sexual da espécie (Figura 1).

Além do tipo (Macropodus opercularis opercularis), existe uma

subespécie nativa da Malásia e da Indonésia, denominada vulgarmente "peixe-do-paráiso negro" (Macropodus opercularis concolor) cuja coloração geral é azul-violácea e o aspecto é reticulado, devido à pigmentação acentuada das margens das escamas. Criado e selecionado por aquacultores, há também um mutante albino, que apresenta a pele rosada e os olhos vermelhos.

Os peixes-do-paráiso são onívoros, embora tenham acentuada preferência por pequenas presas. São larvófagos vorazes, buscando alimento mesmo em meio à densa vegetação aquática ribeirinha, seu habitat preferencial. O canibalismo é frequente nessa espécie, o que constitui importante fator de controle populacional.

A agressividade do peixe-do-paráiso tem sido muito ressaltada por aquarofilistas. De acordo com as observações efetuadas durante a realização do experimento, parece que o caráter agressivo é particularmente estimulado nos aquários porque as necessidades territoriais dessa espécie não são respeitadas. Porém, em tanques comunitários, convivem bem com peixes de outras espécies de tamanho aproximadamente igual ao seu. Além do mais, o criador muitas vezes impõe companheiros de pequeno porte e portanto susceptíveis a ataques. O peixe-do-paráiso adulto mede de 5,0 a 7,0 cm de comprimento (medido da boca ao início da nadadeira caudal). É, portanto, um peixe de pequenas dimensões e, como tal, evita e foge efetivamente das espécies maiores.

Pertencendo à família dos anabantídeos ou labirintídeos, o peixe-do-paráiso possui, além das brânquias, um par de órgãos respiratórios acessórios: os labirintos. Estas estruturas localizam-se nas regiões laterais da cabeça, atrás dos globos oculares. São dilatações dorsais das cavidades branquiais, com as quais se comunicam. São constituídos por três ou mais placas ósseas concêntrica mente dispostas, recobertas por mucosa ricamente vascularizada (Figura 2). O peixe apanha com a boca pequenos volumes de ar na superfície da água e automaticamente encaminha as bolhas para o labirinto. Aí, o oxigênio do ar é absorvido pela corrente sanguínea que irriga a mucosa. Após à

troca respiratória, as bolhas gasosas são expelidas através das fendas operculares. Essa modalidade acessória e aérea de respiração capacita os anabantídeos ou labirintídeos à sobrevivência em águas com taxas mínimas ou nulas de oxigênio dissolvido.

O fato de serem dotados de duas modalidades de respiração, representa uma grande vantagem desses peixes em relação aos demais; com efeito, situações de baixa concentração ou ausência de oxigênio dissolvido na água, que são fatais para os demais peixes, não representam perigo para os labirintídeos.

Os intervalos nos quais o ar do labirinto é substituído varia de acordo com as condições. Quando excitados, por exemplo, os peixes podem vir à superfície várias vezes por minuto, o mesmo acontecendo em águas muito poluídas. Em outros casos, especialmente em águas frias e de boa qualidade, eles podem permanecer vários minutos sem vir à tona. Em situações normais a substuição do ar é feita aproximadamente a cada minuto.

A estrutura do labirinto é completada em volta da terceira semana de vida dos peixes. Neste tempo permanecem mais próximos à superfície, sendo particularmente sensíveis às mudanças de temperatura.

O peixe-do-paráiso suporta temperaturas inferiores a 10°C até acima de 30°C, mas não se reproduz em temperaturas abaixo de 21°C.

O amadurecimento sexual ocorre em torno do sexto mês de vida e a partir de então, os machos delimitam um território de caça e acasalamento, em geral em uma área de 1,0 a 1,5 m². Sua superfície deve conter preferencialmente plantas aquáticas emergentes, entre as quais ele contrói um ninho flutuante de bolhas de ar, recobertas por secreção mucosa da cavidade bucal, tão logo encontra uma fêmea receptiva. A construção do ninho leva de 2 a 3 dias, findos os quais medirá de 5,0 a 10,0 cm de diâmetro por 0,2 a 0,5 cm de altura (foto 1). Inicia-se então o ri

tual de acasalamento. O casal desloca-se rapidamente de um lado para outro nas proximidades do ninho, ora o macho perseguindo a fêmea, ora a fêmea perseguindo o macho. As perseguições são intercaladas com distensões das nadadeiras, rápidas contrações laterais da região caudal e abdução das placas. Durante estas exhibições, que duram de 10 a 20 minutos, a pele dos peixes vai adquirindo colorido e brilho máximos.

A agressividade do macho cresce e, com frequência, ele morde a fêmea, arrancando-lhe escamas e dilacerando-lhe as nadadeiras, até que ela se poste sob o ninho. O macho então a enlaça, curvando-se em torno do seu corpo e pressionando-lhe os ovários (Figura 3). Este contato dura em média 10 segundos e a fêmea expulsa 10 a 20 óvulos, que lentamente afundam na água.

Simultaneamente, o macho ejacula na água e em seguida, apanha rapidamente os óvulos com a boca e, em conjunto, os deposita no ninho.

Após cada expulsão, a fêmea costuma devorar um número razoável de óvulos. O casal repete várias vezes o contato com intervalo de um até dez minutos. A desova total tem duração de meia a duas horas. Após, o macho expulsa a fêmea das proximidades do ninho.

Os ovos são translúcidos e amarelados, medindo cerca de 1,0 mm de diâmetro e são pouco mais densos que a água. Para que os ovos fiquem boiando no ninho, o macho providencia continuamente novas bolhas de ar, entre as quais eles permanecem precariamente suspensos.

Da desova à eclosão decorre um tempo de 36 a 48 horas, dependendo da temperatura ambiental. Quanto mais alta a temperatura, mais rápido o desenvolvimento embrionário. O macho, durante este tempo, ocupa-se com a vigilância e reconstrução do ninho.

As larvas, ao eclodirem, medem 1,5 a 2,0 mm de comprimento e permanecem no ninho durante as próximas 36 a 48 horas, sob os

cuidados paternos. Durante estas primeiras horas, não conseguem se manter suspensas na água. No início do 3º dia após a eclosão, as reservas vitelínicas foram consumidas e os agora alevinos adquirem coordenação muscular, dispersando-se e já capturando protozoários. O macho desinteressa-se e afasta-se do local, reiniciando a busca de alimento.

Segundo nossas observações, machos em boas condições gerais podem se acasalar novamente em prazos de 10 a 20 dias e as fêmeas, após 30 a 40 dias.

Como resultado do acasalamento, normalmente, são produzidas algumas centenas de alevinos. A sobrevivência desses organismos depende não só da existência de protozoários que lhes servirão de alimento, nas primeiras semanas do desenvolvimento, mas, também, da disponibilidade de espaço. Em aquários de pequenas dimensões (por ex. 30 cm x 25cm x 20 cm), sobrevivem e crescem menos de 10% dos alevinos.

Em aquários de dimensões maiores, a sobrevivência é maior. Obteve-se a sobrevivência de 25% em aquário de 60 litros com profundidade de água de aproximadamente 20 cm. Numa caixa d'água de 0,5 m³ foi conseguida a sobrevivência de 40% dos alevinos, enquanto que num tanque contendo aproximadamente 3 m³ de água, foram obtidos 180 peixes a partir de uma desova. Isto corresponde a mais de 50% do número inicial de alevinos.

Em relação à época de reprodução, em condições naturais o peixe-do-paráíso procria nos meses de calor, correspondentes à primavera e verão, quando a temperatura da água supera os 21°C.

Em laboratório, porém, em condições de temperatura controlada, constatou-se que o peixe-do-paráíso reproduz-se em qualquer época do ano, desde que a temperatura da água seja mantida acima de 21°C.

3. ESTUDO EXPERIMENTAL

Apresentado o problema, definidos os objetivos e caracterizada biologicamente a espécie que se pretendia pesquisar, iniciou-se uma série de investigações para verificar se o peixe-do-paraíso atendia as exigências do experimento.

Inicialmente, foram adquiridos 50 casais de peixes-do-paraíso no comércio aquarístico, sendo 20 casais reservados às observações laboratoriais e 30 aos experimentos de campo.

Os peixes mantidos em aquários no laboratório destinaram-se às observações de comportamento alimentar, social e reprodutivo e às experiências sobre os efeitos biológicos de agentes físicos e químicos de interesse ecológico.

Desde o início dos experimentos com o peixe-do-paraíso, verificou-se uma grande carência de dados de literatura sobre os aspectos que nos interessavam. Com efeito, nos levantamentos bibliográficos realizados no Biological Abstract, deparamo-nos com alguns estudos sobre aspectos comportamentais e biológicos desses peixes, porém não foram localizados trabalhos sobre a utilização do peixe-do-paraíso para o controle de larvas e pupas de mosquitos e/ou caramujos da esquistossomose.

3.1. ADAPTAÇÃO DO PEIXE-DO-PARAÍSO À REPRESA BILLINGS

Os peixes foram mantidos em uma caixa de tela de nylon, com o volume de 1 m^3 , flutuando na superfície da água da Represa Billings na área de Taquacetuba. Este local foi escolhido por ser representativo das condições biológicas, fisicoquímicas e climatológicas da água represada (Fotos 3 e 4).

As primeiras observações realizadas foram quanto à sobrevivência do peixe-do-paraíso nesta área referida da Represa Billings. Vinte peixes adultos, de ambos os sexos, foram mantidos na caixa telada durante 60 dias (de 25/11/83 a 25/01/84), sendo

inspecionados semanalmente quanto ao seu número e estado de saúde. No decorrer deste período, os parâmetros físico-químicos (temperatura do ar e da água, pH, taxa de oxigênio dissolvido, condutividade e transparência) foram determinados e constam da Tabela I.

Dos 20 peixes colocados na caixa de tela, quatro morreram nos primeiros 15 dias, de causa desconhecida. Os demais, ao final do prazo estipulado, apresentavam-se em perfeitas condições de saúde, indicando ótimos graus de resistência e adaptação.

Chamou particularmente a atenção, a convivência pacífica dos peixes-do-paraíso com jovens tilápias de aproximadamente 8,0 cm de comprimento e também com uma espécie de peixe da família Characidae, medindo cerca de 1,0 cm de comprimento. Acredita-se que as tilápias invadiram a caixa pulando pela abertura superior, enquanto os caracídeos, em grande número, talvez tenham se originado a partir de ovos presos às plantas aquáticas, introduzidas na caixa para simular um ambiente natural. Embora o peixe-do-paraíso tenha mostrado neste caso um comportamento favorável às outras duas espécies no interior da caixa telada, estudos mais cuidadosos deverão ser realizados no futuro, para se observar suas atitudes em relação às espécies nativas e introduzidas nas bacias hidrográficas no Estado de São Paulo.

3.2. TOLERÂNCIA DO PEIXE-DO-PARAÍSO AO ESGOTO DOMÉSTICO

O objetivo deste estudo foi observar a tolerância e a sobrevivência do peixe-do-paraíso em água poluída por esgoto doméstico e contendo baixos teores de oxigênio.

Foram utilizados dois tanques: o primeiro, com capacidade de 100 l, recebia esgoto doméstico; o segundo, com capacidade de 27 l, continha os peixes (Figura 4). O primeiro tanque recebia esgoto doméstico através de um cano ligado à tubulação de esgoto decantado proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos de Pinheiros. O tempo de detenção do esgoto nesta caixa era aproxima-

BIBLIOTECA

madamente de 60 minutos. A sua transferência para o tanque dos peixes era feita por gravidade, através de um tubo de látex com uma pinça que possibilitava regular a vazão afluyente. O tempo de detenção do esgoto no tanque dos peixes foi mantido em torno de 5 dias. Neste tanque foram colocados cinco casais adultos de peixes-do-paráiso e vegetação aquática flutuante, constituída por aguapé (Eichhornia crassipes), alface-d'água (Pistia stratiotes) e salvinia (Salvinia auriculata). Os peixes permaneceram 69 dias em observação e neste período foram analisados os parâmetros pH, OD, DBO, SS, P_{total} , P_{orto} , N_{Kt} , NH_4 da água de seu tanque, sendo que os resultados encontram-se na Tabela II.

Durante os primeiros quatro dias em contato com o esgoto, os peixes permaneceram próximos à superfície da água, com aparente diminuição da apetência por larvas e pupas de mosquitos. A partir do quarto dia, foram notados aumentos da atividade de deslocamento e do apetite dos peixes. Porém, a movimentação e o consumo de larvas dos peixes submetidos ao esgoto foram sempre inferiores aos dos mantidos em água limpa, como controle.

No decorrer deste estudo, várias vezes foram colocados peixes poecilídeos no tanque dos peixes-do-paráiso. Todos morreram em um prazo de 5 a 7 dias.

Os peixes-do-paráiso permaneceram durante 69 dias nas condições experimentais, sendo então transferidos para água limpa, por apresentarem sinais clínicos de doença. Foram notadas alterações motoras e áreas de hemorragia na base das nadadeiras. Exceto uma fêmea que morreu, todos os demais se recuperaram rapidamente, desaparecendo, inclusive, as lesões hemorrágicas no prazo de uma semana. É relevante também a tolerância do peixe-do-paráiso às baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água. De acordo com a Tabela II, verifica-se que suportaram uma concentração média de 0,5 mg/l, a qual é bastante inferior aos teores mínimos exigidos por outras espécies.

3.3. CONSUMO DE LARVAS E PUPAS DE MOSQUITOS

Com o intuito de determinar a quantidade de larvas e pupas consumidas por peixe no prazo de 24 horas, foram utilizados 13 espécimes adultos, de ambos os sexos, mantidos em aquário de vidro medindo 50 x 20 x 25 cm, contendo meia altura de água, a 21°C, pH 6,2 e OD 6,3 mg/l. No aquário foram colocadas plantas aquáticas (Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes e Salvinia auriculata), as quais serviam propositalmente de esconderijo às larvas e pupas, de tal forma a se observar se os peixes as descobriam ativamente.

Larvas e pupas de mosquito, após a contagem e pesagem, eram soltas no aquário durante o período diurno. Na primeira oferta do dia, cada peixe consumia de 50 a 60 larvas e pupas, em cerca de 5 minutos. Não se observou apetência diferente por larvas e pupas. Ambas eram apanhadas ativamente e com igual voracidade. No restante do período diário, eram consumidas mais 80 a 90 larvas e pupas, perfazendo uma média de 140 larvas e pupas por peixe por dia, equivalente a cerca de 40% do seu peso corporal.

A presença da vegetação aquática flutuante parece não prejudicar a ação predatória do peixe-do-paráíso. Sua forma corporal achatada e suas pequenas dimensões permitem-lhe introduzir-se rápida e facilmente em meio às densas raízes e restos de folhas em decomposição, capturando larvas e pupas de mosquitos.

3.4. ADAPTAÇÃO DO PEIXE-DO-PARAÍSO À LAGOA DE AGUAPÉ PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

O objetivo deste estudo foi observar a tolerância do peixe-do-paráíso à lagoa de aguapé destinada ao tratamento de esgoto doméstico bruto.

Para a execução do estudo, foi utilizada a lagoa experimental de

aguapé construída na Estação de Tratamento de Esgotos de Cambuí, pertencente à SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.), na cidade de Campinas, São Paulo (Foto 4).

A referida lagoa tem as seguintes dimensões: 5,60 m de largura por 35,40 m de comprimento, com lâmina d'água de aproximadamente 60 cm. O aguapé cobria, em média, 70% da superfície da lagoa.

Foi utilizada uma caixa telada com volume de 1 m^3 , que permaneceu suspensa no interior da lagoa, presa a suportes apoiados nas margens (Foto 5). A caixa telada foi instalada próximo à saída da lagoa.

O teste foi iniciado em 13 de março de 1985, prolongando-se até 24 de julho do mesmo ano, totalizando 134 dias.

Foram utilizados 5 casais, sem contato prévio com o esgoto, com tamanho médio de 4,5 cm.

As avaliações do aspecto externo dos peixes, do seu tamanho, bem como da taxa de oxigênio dissolvido foram feitas semanalmente.

As análises de O.D. sempre acusaram ausência de oxigênio dissolvido na água, tanto na entrada como na saída da lagoa.

Os peixes apresentaram um crescimento médio de 0,9 cm durante a realização do ensaio.

No decorrer do teste, foram perdidos 04 peixes, provavelmente predados por aves, apesar de toda a superfície da água do interior da caixa telada estar coberta por aguapé.

A atividade motora dos peixes aparentemente apresentou-se menor que a normal durante todo o tempo de duração do teste.

O aspecto geral dos peixes manteve-se bom, apesar da presença de áreas de hemorragia na base das nadadeiras.

Os peixes, depois de retirados da água da lagoa, recuperaram-se rapidamente e os sinais de hemorragia desapareceram após aproximadamente uma semana.

3.5. DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DE LARVAS E PUPAS DE MOSQUITOS NA LAGOA DE AGUAPÊ

Com a finalidade de estimar a densidade de larvas e pupas de mosquitos presentes por unidade de área da lagoa de aguapé, foram realizadas diversas coletas mensais durante os períodos de maior calor. O estudo foi realizado na lagoa experimental citada no item anterior.

As avaliações foram feitas tomando-se como medida padrão uma peneira de 260 cm² de área coletora, coletando-se 5 (cinco) amostras ao longo da lagoa (Foto 6).

As larvas e pupas coletadas eram contadas e pesadas. As médias obtidas durante os meses de verão foram as seguintes:

- nº de larvas e pupas: 78.600/m²
- peso úmido das larvas e pupas: 276,5 g/m²

3.6. CONSUMO DE CARAMUJOS (Biomphalaria glabrata)

Dada a possibilidade de proliferação, nas lagoas de aguapé, do molusco Biomphalaria glabrata, hospedeiro intermediário do Schistosoma mansoni, agente da esquistossomose, houve interesse em fazer uma avaliação preliminar da relação de predação existente entre o peixe-do-paráiso e o molusco.

Com o objetivo de determinar a quantidade média de caramujos consumidos por peixe durante 24 horas, foram utilizados 5 (cinco) casais, de comprimento médio igual a 5,8 cm. Os peixes fo

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

ram mantidos em um aquário de vidro medindo 50 cm x 30 cm x 25 cm, contendo 3/4 da altura de água com temperatura média de 20,5°C.

No aquário foram colocadas plantas aquáticas flutuantes, as quais podiam servir de possíveis esconderijos aos moluscos.

Após a pesagem, caramujos de diversos tamanhos eram soltos no aquário em quantidade bem superior à capacidade de ingestão dos peixes. Após 24 horas, eram recolhidas todas as conchas do aquário, tanto as vazias, como as contendo os animais. A seguir, procedia-se à pesagem e por diferença chegava-se à massa de caramujos consumida pelos peixes. A média diária de consumo foi equivalente a aproximadamente 40% do seu peso corporal.

Não se observou apetência diferente por espécimes pequenos ou grandes de caramujos. Ambos eram apanhados ativamente e com igual voracidade.

4. CONCLUSÕES

Com base nos estudos realizados, constatamos que o peixe-do-pa-raíso (Macropodus opercularis) possui:

- a) boa resistência orgânica e adaptabilidade a águas poluídas e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido;
- b) conformação corpórea, dimensões e comportamento que permitem o deslocamento efetivo entre a densa vegetação aquática, pre dando ativamente larvas e pupas de mosquitos;
- c) grande apetência por larvas e pupas de mosquitos, bem como por caramujos, consumindo cada indivíduo o equivalente a apro ximadamente 40% do seu peso corporal, diariamente.

Os dados já obtidos sugerem que essa espécie de peixe é adequa da para combater eficazmente os mosquitos durante a fase aquáti ca de seu ciclo vital, constituindo-se numa boa opção para ser utilizada no controle integrado desses insetos e também de cara mujos transmissores de esquistossomose em lagoas de aguapé.

No entanto, mais estudos deverão ser realizados com a finalida de de determinar as reais possibilidades de utilização desse pei xe no controle integrado de mosquitos e caramujos, bem como as possíveis implicações resultantes da introdução dessa espécie exótica de peixe em nosso ambiente aquático.

T A B E L A I

Adaptação do Peixe-do-paraiso à Represa Billings - Taquacetuba 17.

Tempo de Duração: 63 dias (25/11/83 - 26/01/84)

| Data | Ponto | Hora | Temperatura (°C) | | pH | OD (mg/l) | Condutividade (µS/cm) | Transparência (m) |
|-------|-------|-------|------------------|------|-----|-----------|-----------------------|-------------------|
| | | | Ar | água | | | | |
| 25.11 | 1 | 11:50 | 28 | 26 | 6,8 | | .16 | 0,30 |
| | 2 | 12:50 | 29 | 27 | 6,9 | | .16 | 0,30 |
| 02.12 | 1 | 10:00 | 22 | 24 | | | .17 | 0,30 |
| | 2 | | | 21 | | | .16 | 0,50 |
| | 1 | 11:00 | 23 | 24 | | | .16 | 0,30 |
| | 2 | | | 22 | | | .16 | 0,40 |
| | 1 | 12:00 | 23 | 24 | | | .17 | 0,30 |
| | 2 | | | 25 | | | .16 | 0,40 |
| 07.12 | 1 | 10:00 | 24 | 22 | 7,6 | | .21 | 0,60 |
| | 2 | | | 22 | 7,7 | | .20 | 1,10 |
| 14.12 | 1 | 10:30 | 24 | 21 | 7,3 | | .18 | 0,50 |
| | 2 | | | 20 | 7,6 | | .16 | 0,40 |
| | 1 | 11:30 | 25 | 21 | 7,8 | | .14 | 0,50 |
| | 2 | | | 20 | 8,2 | | .16 | 0,40 |
| 19.12 | 1 | 10:30 | 24,5 | 24 | 7,6 | | .17 | |
| | 2 | | | 24 | 7,8 | | .17 | |
| 28.12 | 1 | 10:00 | 23 | 24 | 8,0 | 5,8 | .13 | 1,20 |
| | 2 | | | 23,5 | 7,1 | 5,8 | .16 | 1,60 |
| | 1 | 11:00 | 25 | 25 | 5,8 | 7,2 | .16 | 1,10 |
| | 2 | | | 24,5 | 6,1 | 7,3 | .16 | 1,60 |
| | 1 | 12:00 | 25 | 24,5 | 6,3 | 7,4 | .16 | 1,10 |
| | 2 | | | 24,5 | 6,8 | 7,4 | .16 | 1,60 |
| 06.01 | 1 | 9:50 | 27 | 26 | 7,4 | 5,8 | .16 | 1,10 |
| | 2 | | | 26,7 | 7,6 | 4,8 | .16 | 1,60 |
| | 1 | 11:00 | 28,5 | 27 | 8,1 | 5,1 | .16 | |
| | 2 | | | 27 | 8,3 | 5,3 | .16 | |
| 12.01 | 1 | 10:00 | 29 | 29 | 8,5 | 4,7 | .14 | |
| | 2 | | | 29 | 8,6 | 5,2 | .14 | |
| | 1 | 11:00 | 31 | 29 | 8,5 | 4,2 | .14 | |
| | 2 | | | 29 | 8,8 | 3,9 | .14 | |
| 20.01 | 1 | 14:00 | 31 | 30 | 7,2 | 4,6 | .15 | 0,70 |
| | 2 | | | 30 | 7,4 | 4,7 | .15 | 0,75 |
| | 1 | 15:00 | 31 | 30 | 7,5 | 4,9 | .13 | 0,75 |
| | 2 | | | 30 | 7,7 | 4,9 | .14 | 0,75 |
| | 1 | 16:00 | 32,5 | 30 | 7,6 | 4,5 | .15 | 0,80 |
| | 2 | | | 30 | 7,7 | 4,7 | .15 | 0,80 |
| 26.01 | 1 | 10:30 | 24,5 | 22,5 | 7,2 | 2,2 | .17 | 1,20 |
| | 2 | | | 22,5 | 7,1 | 2,4 | .16 | 1,30 |
| | 1 | 11:20 | 25,5 | 23 | 6,9 | 2,5 | .16 | 1,30 |
| | 2 | | | 23 | 7,0 | 2,8 | .16 | 1,30 |

TABELA II
Tolerância do Peixe-do-Paraíso ao Esgoto Doméstico
Regime Contínuo
Estação de Tratamento de Esgoto de Pinheiros
Tempo de Duração: 69 dias (23/05/84 - 30/07/84)

| Data | OD mg/l | pH | DBO mg/l | DQO mg/l | SS mg/l | P _t mg/l | P _{orto} mg/l | N _{kt} mg/l | NH ₄ mg/l | t ₂ C água | t ₂ C ar |
|-----------|------------|-----|-------------|-------------|------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 23/05 | 0,3 | 6,8 | | | | | | | | 24 | 22 |
| 24/05 | 0,2 | 6,8 | 120 | 304 | 50 | 4,40 | 2,45 | 35 | 20 | 24 | 27 |
| 25/05 | 0,7 | 6,9 | | | | | | | | 25 | 26 |
| 28/05 | 0,3 | 6,8 | | | | | | | | 22 | 26 |
| 29/05 | 0,2 | 7,1 | 65 | 190 | 42 | 2,90 | 1,42 | 23 | 17 | 25 | 26 |
| 30/05 | 0,3 | 7,0 | | | | | | | | 23 | 25 |
| 31/05 | | | 117 | 431 | 80 | 4,05 | 2,25 | 28 | 26 | | |
| 04/06 | 0,6 | 6,9 | | | | | | | | 22 | 25 |
| 06/06 | 0,3 | 7,0 | | | | | | | | 24 | 22 |
| 07/06 | | | 206 | 325 | 62 | 4,00 | 1,95 | 45 | 24 | | |
| 12/06 | 0,3 | 6,5 | 110 | 380 | 24 | 8,00 | 2,30 | 28 | 24 | 22 | 26 |
| 13/06 | 0,5 | 7,0 | | | | | | | | 22 | 24 |
| 14/06 | | | 144 | 316 | 72 | 4,62 | 1,80 | 25 | 21 | | |
| 19/06 | | | 149 | 363 | 84 | 6,00 | 2,55 | 67 | 34 | | |
| 20/06 | 0,4 | 6,8 | | | | | | | | 22 | 26 |
| 25/06 | 0,3 | 7,0 | | | | | | | | 21 | 25 |
| 26/06 | 0,2 | 7,1 | | | | | | | | 21 | 26 |
| 27/06 | 0,6 | 7,2 | | | | | | | | 18 | 18 |
| 28/06 | 0,7 | 7,2 | 132 | 287 | 46 | 6,80 | 2,10 | 30 | 24 | 16 | 14 |
| 29/06 | 0,5 | 7,3 | | | | | | | | 16 | 14 |
| 03/07 | 0,3 | 7,0 | 136 | 310 | 46 | 4,75 | 2,40 | 27 | 22 | 21 | 27 |
| 04/07 | 0,5 | 6,8 | | | | | | | | 22 | 26 |
| 05/07 | | | 112 | 247 | 21 | 4,25 | 1,95 | 30 | 21 | | |
| 09/07 | 0,3 | 7,1 | | | | | | | | 22 | 27 |
| 10/07 | | | 110 | 310 | 64 | 4,88 | 2,45 | 34 | 3,6 | | |
| 12/07 | | | 150 | 300 | 104 | 4,50 | 2,55 | 35 | 30 | | |
| 17/07 | | | 104 | 287 | 89 | 4,13 | 2,13 | 31 | 15 | | |
| 19/07 | | | 114 | 267 | 143 | 4,00 | 2,25 | 29 | 17 | | |
| 20/07 | 0,5 | 7,0 | | | | | | | | 22 | 25 |
| 25/07 | 0,6 | 7,6 | | | | | | | | 16 | 18 |
| 30/07 | 0,6 | 7,5 | | | | | | | | 18 | 18 |
| 31/07 | | | 118 | 290 | 14 | 4,05 | 2,40 | 32 | 5,5 | | |
| \bar{X} | 0,5 | 7,0 | 125,5 | 307,1 | 60,6 | 4,77 | 2,24 | 34,7 | 20,2 | 21 | 23 |

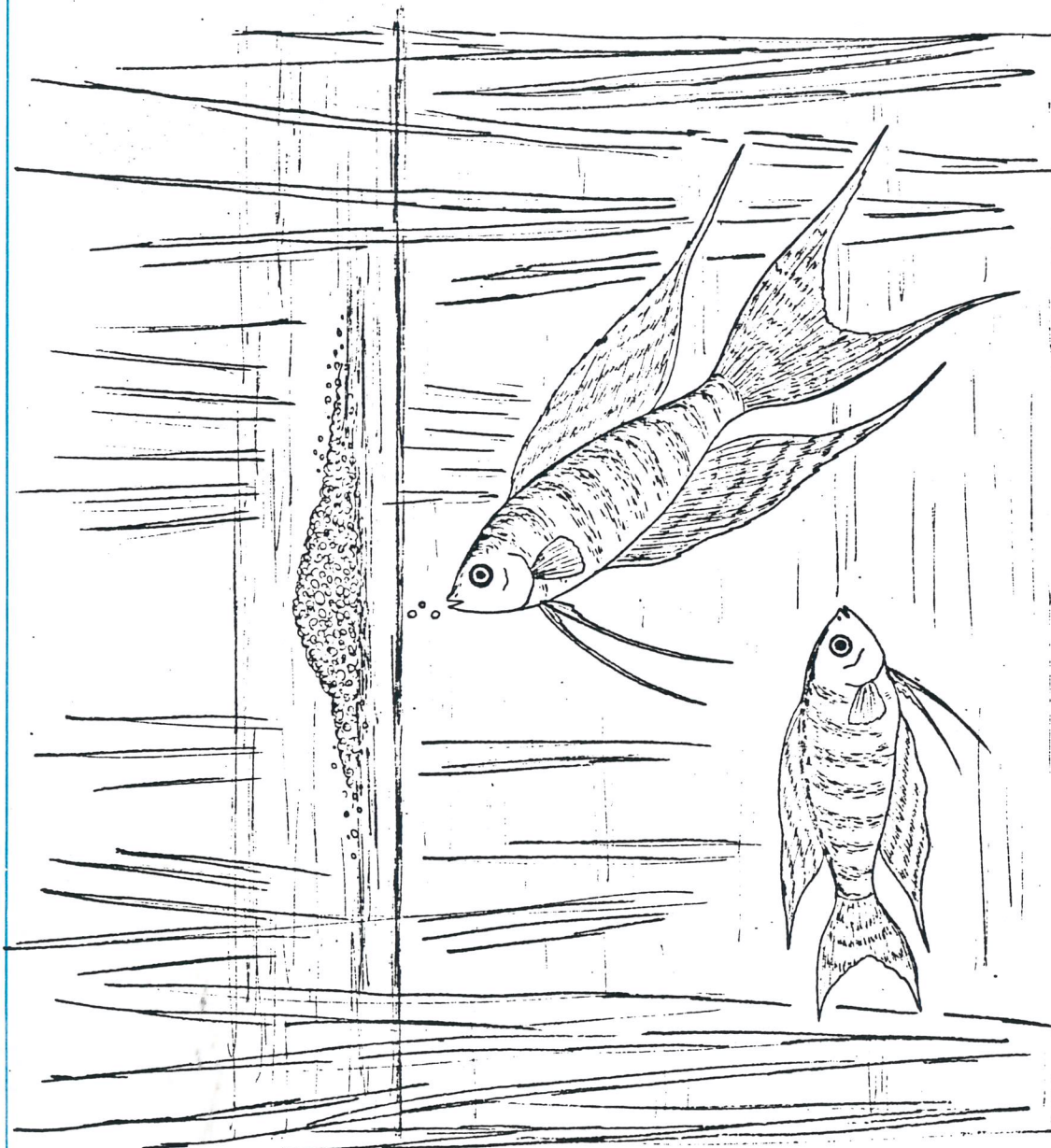
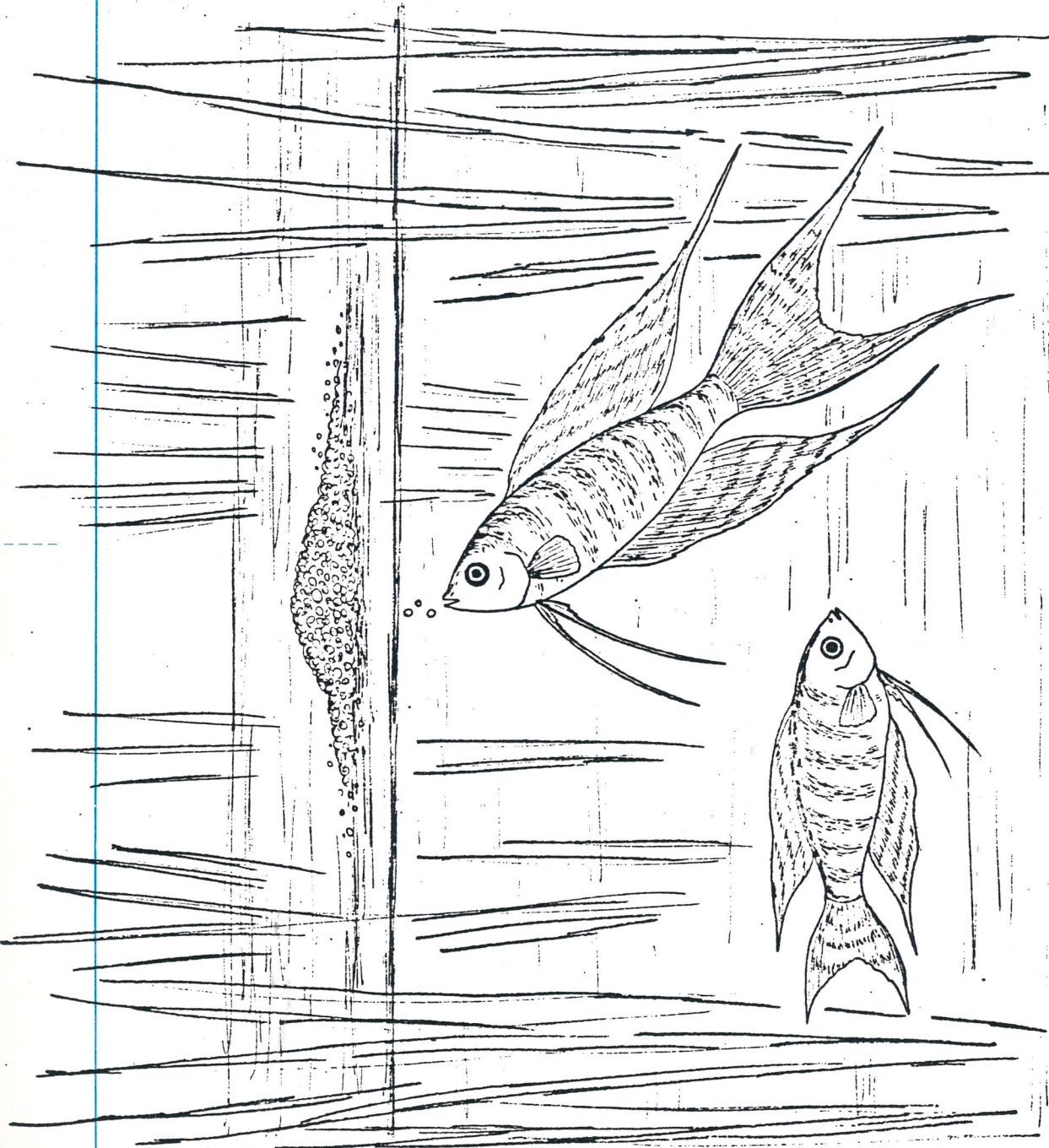


Figura 1: Um casal de Peixes-do-paraiso (*Macropodus opercularis*).
O macho, facilmente distinguível da fêmea por suas nadadeiras



Edúardo Farias 84

Figura 1: Um casal de Peixes-do-paraiso (*Macropodus opercularis*).
O macho, facilmente distinguível da fêmea por suas nadadeiras



Figura 2 - Câmara branquial exposta de um peixe anabantídeo, mostrando o órgão em labirinto

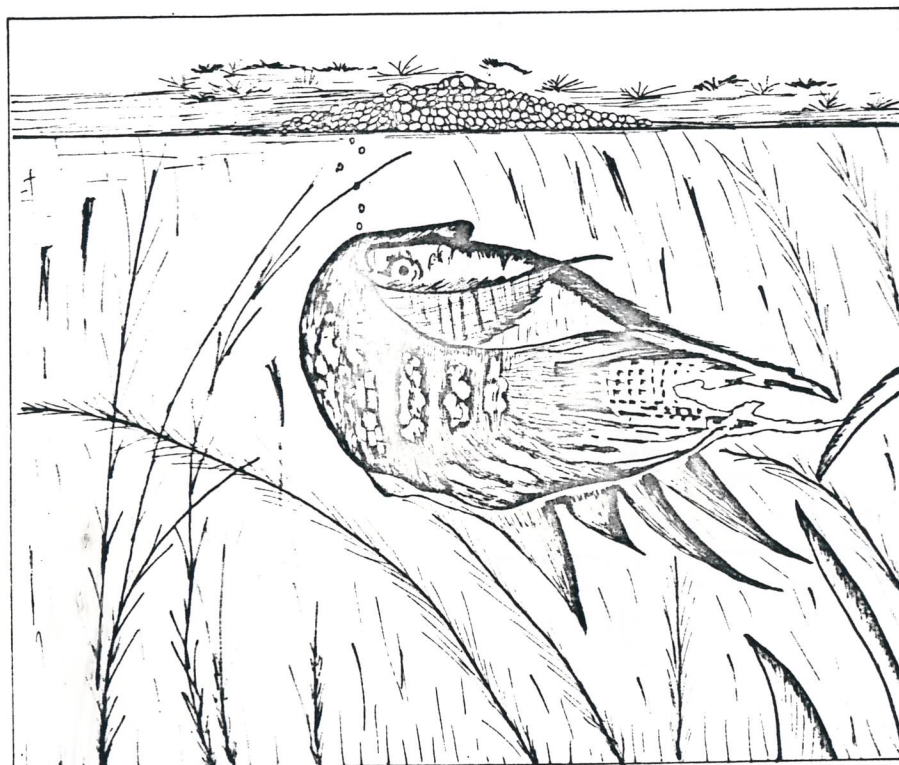


Figura 3 - Macho curvado em torno da fêmea durante o acasalamento

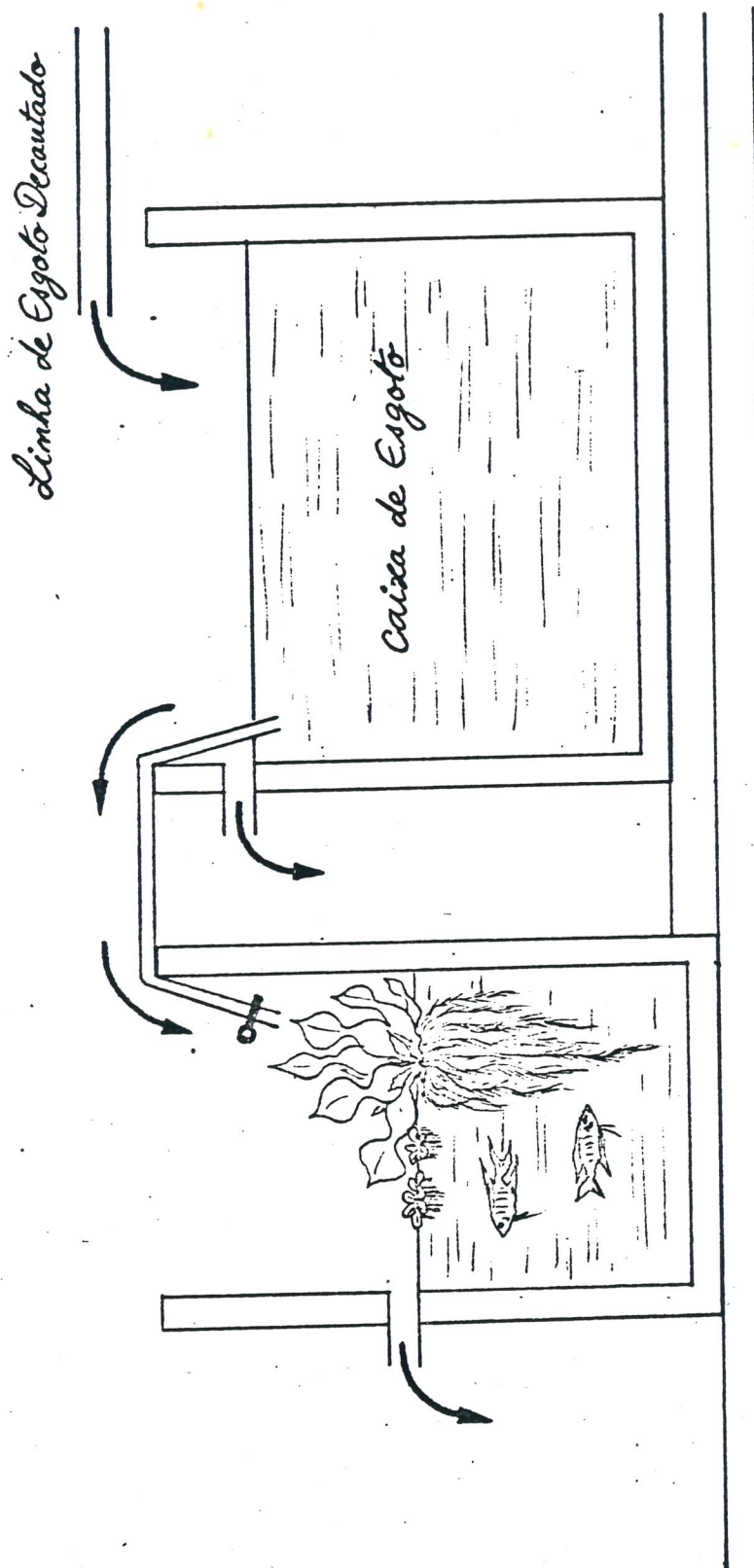


Figura 4: Sistema de tanques utilizados para o teste de tolerância do Feixe-do-paraiso (Macropodus opercularis) ao esgoto doméstico.

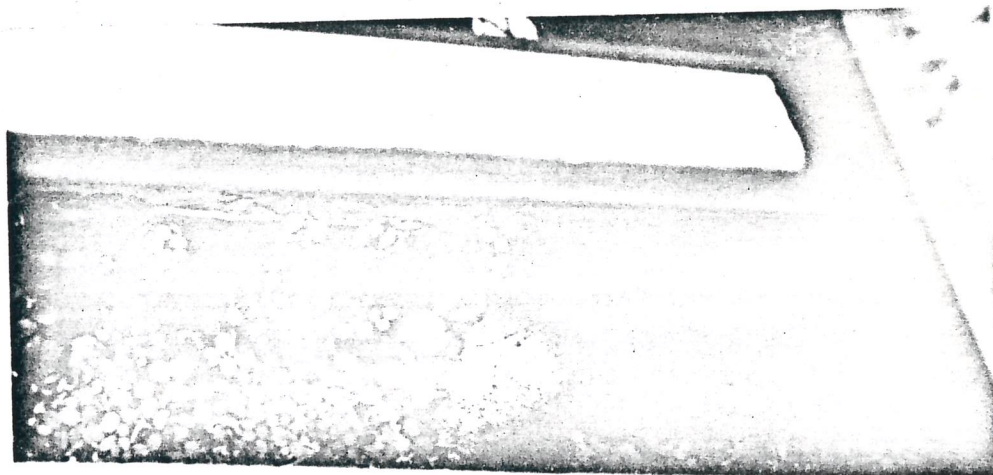


Foto 1 - Ninho de espuma do peixe-do-paráíso entre a vegetação aquática flutuante

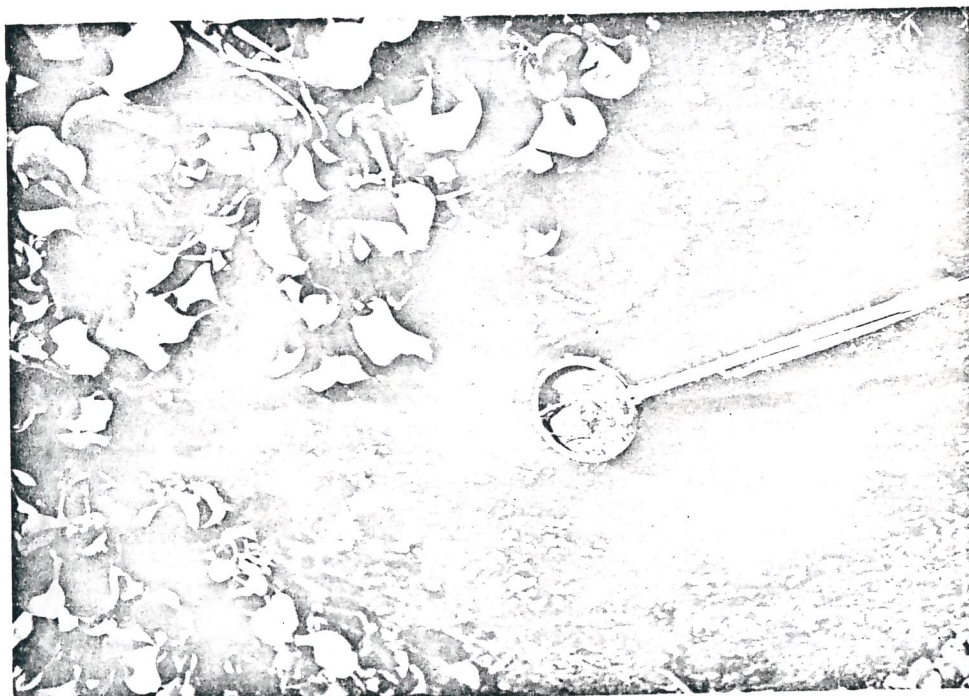
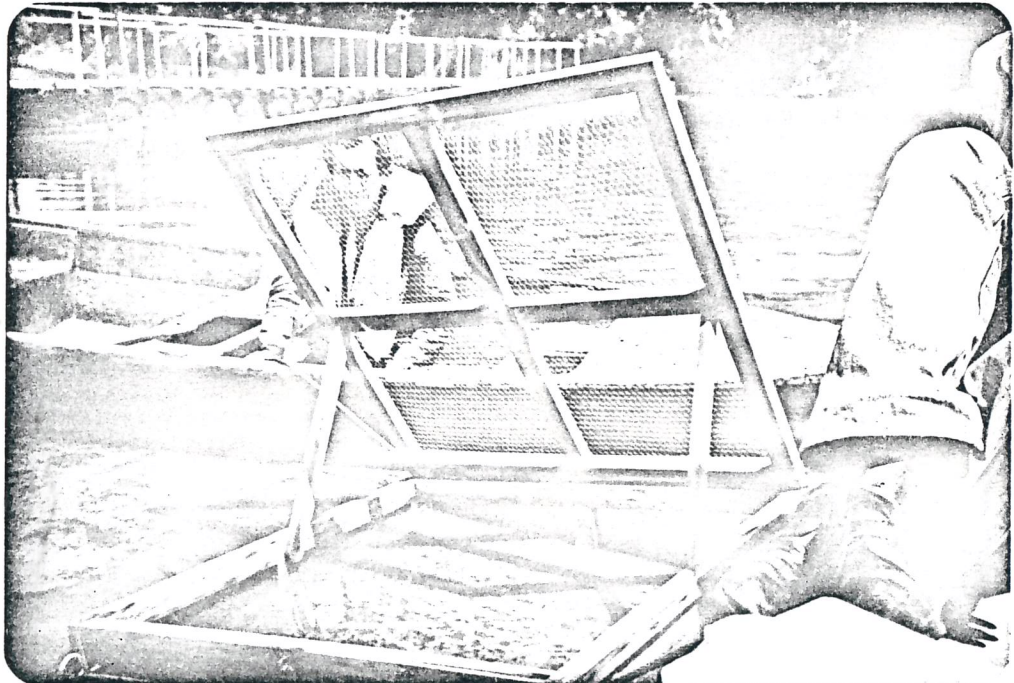
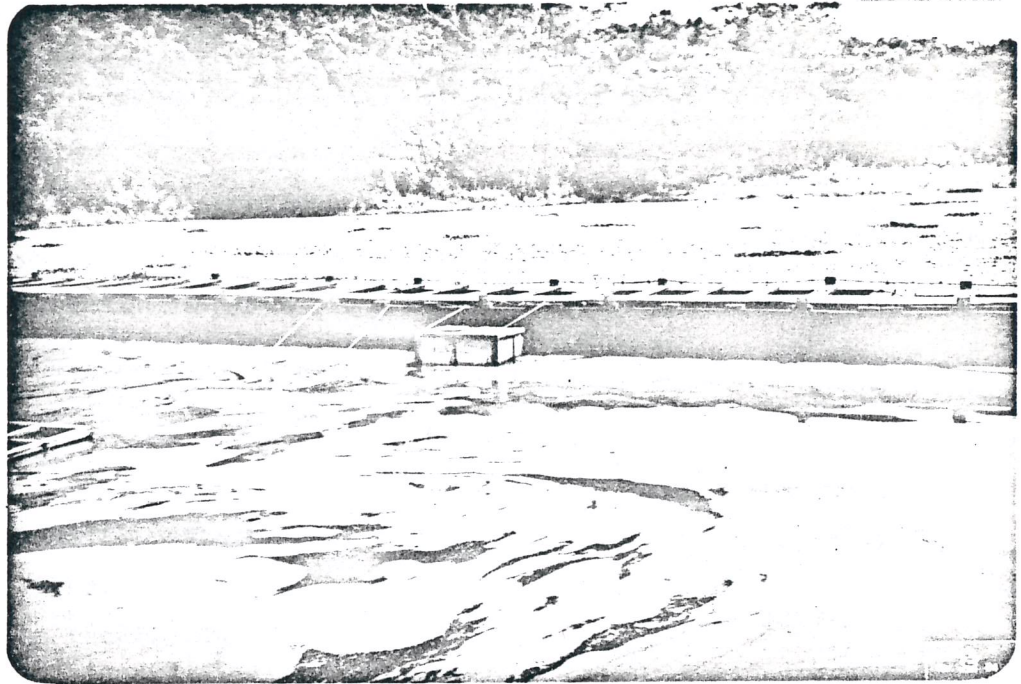


Foto 6 - Detalhe da lagoa de aguapé, mostrando a presença de larvas e pupas de pernilongos



Fotos 2 e 3 - Vistas das caixas teladas na Represa Billings - área de Taquacetuba

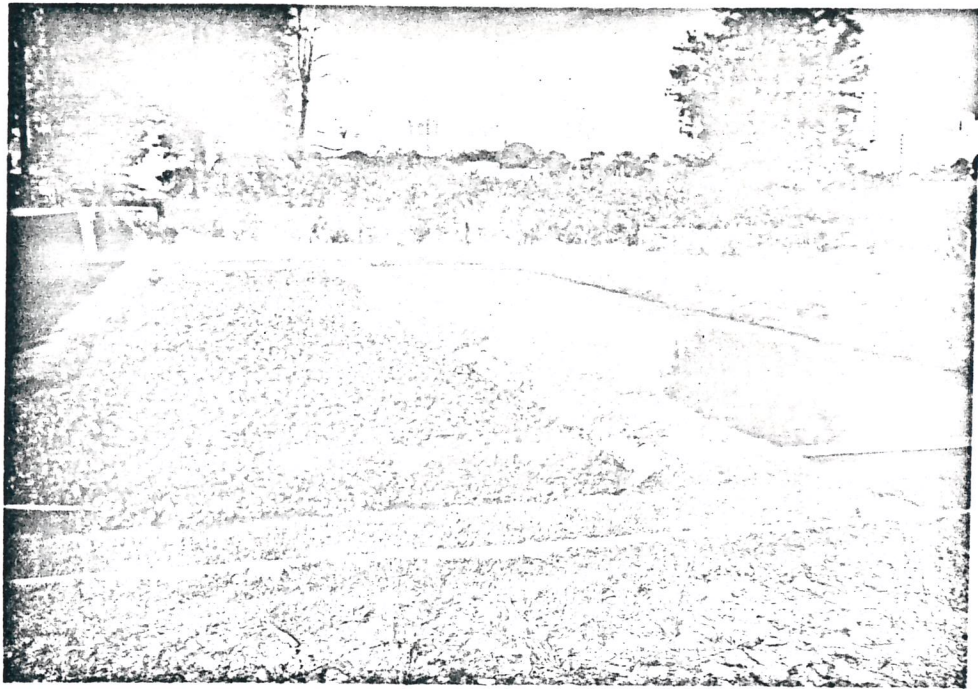


Foto 4 - Vista geral da lagoa de aguapé para tratamento de esgoto doméstico localizada em Campinas

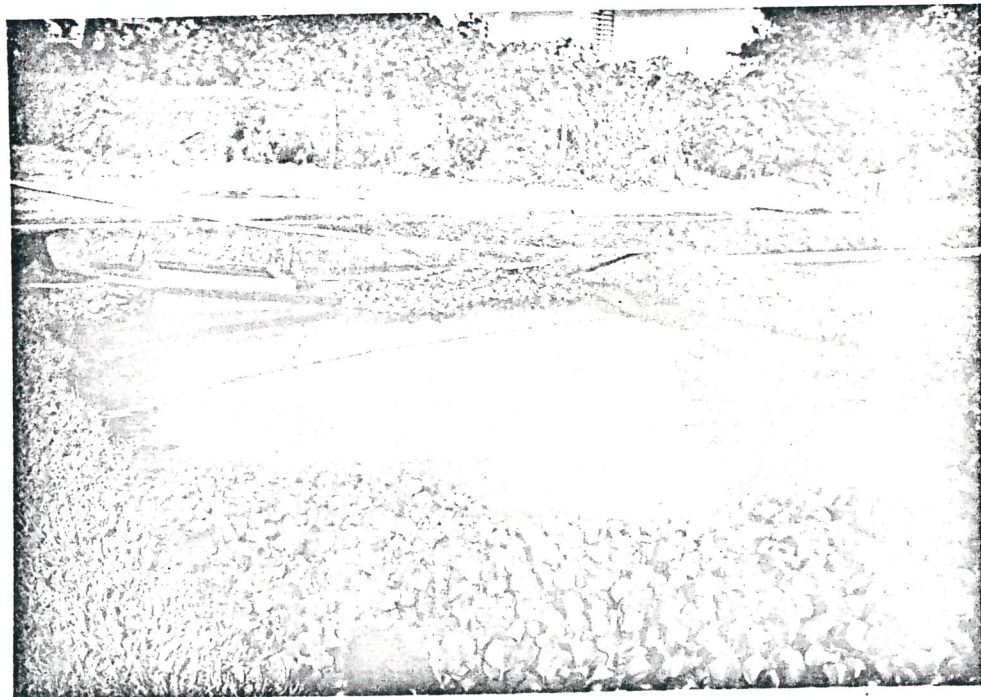


Foto 5 - Localização da caixa telada contendo os peixes na lagoa de aguapé

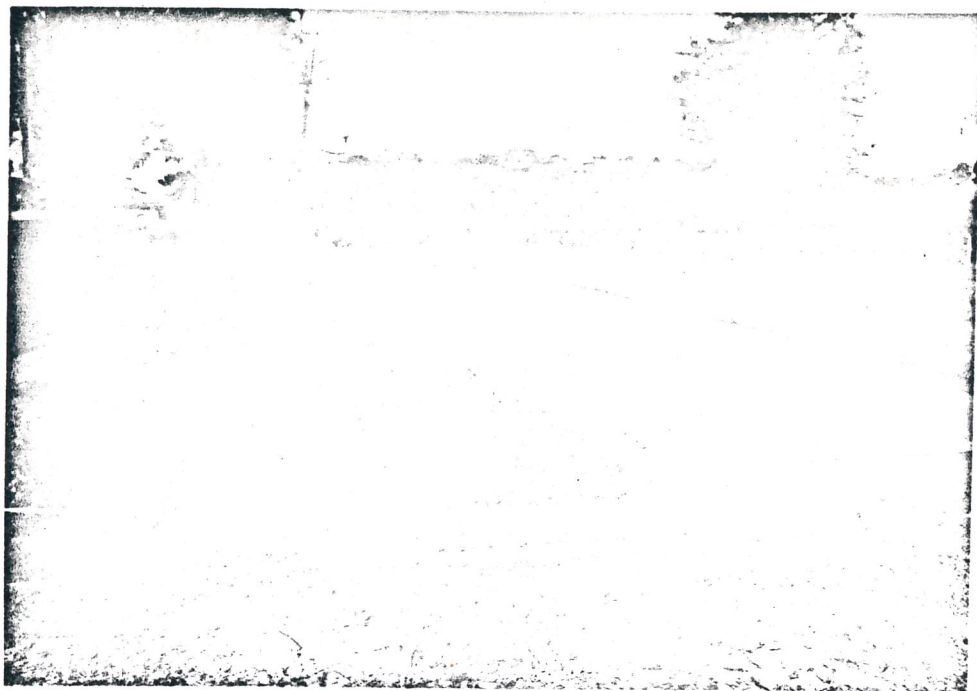


Foto 4 - Vista geral da lagoa de aguapé para tratamento de esgoto doméstico localizada em Campinas

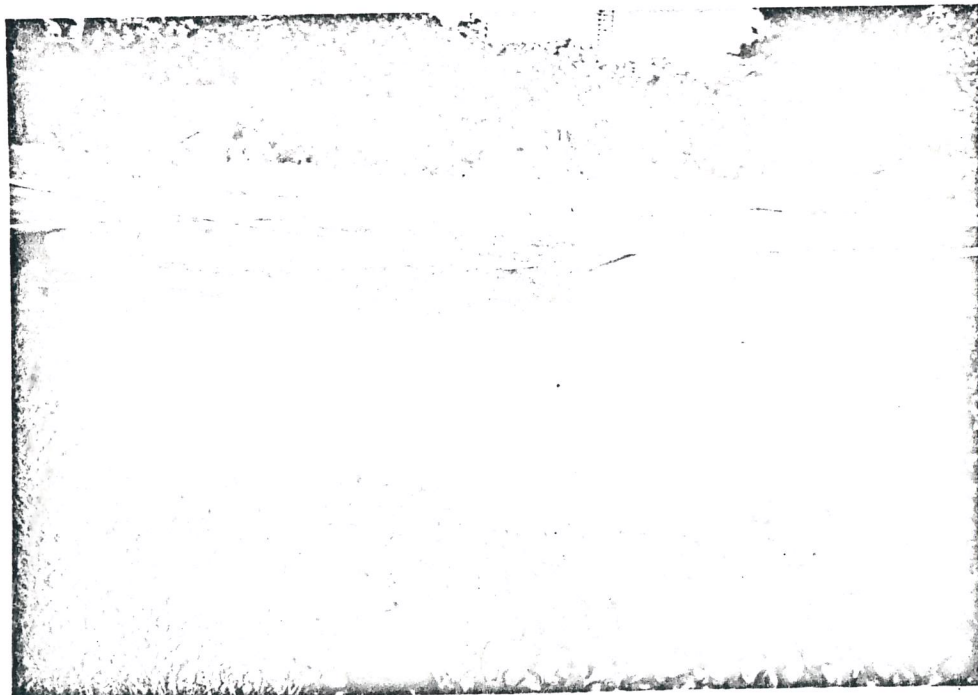


Foto 5 - Localização da caixa telada contendo os peixes na lagoa de aguapé

5. BIBLIOGRAFIA

- CUST, G. & BIRD, P. - Aquários tropicais - Peixes de água doce. Edições Melhoramentos, Ed. da USP, São Paulo, 1979.
- DAVIS, R.E. - The ontogeny of agonistic behavior and the onset of sexual maturation in the paradise fish. Behavioral Biology 14(1): 31-39, 1975.
- FAVRÉ, H. - Larousse de Poissons d'Aquarium - Librairie Larousse, Paris, 1975.
- HERVEY, G.F. & HENS, J. - A Guide to Freshwater Aquarium Fishes - Hamlyn, Londo, 1973.
- INNES, T.W. - Exotic Aquarium Fishes. Innes Publishing Company, USA, 6^a ed., 1935.
- KASSEL J. & DAVIS, R.E. - Early behavioral experience and adult social behavior in the paradise fish. Behavioral Biology. 15(3): 343-351, 1975.
- YANIZ, J.M. - Acuários, Plantas y Peces. Editorial Marte, Buenos Aires, 6^a edicion, 1960.
- SHOLDT, L.; EBRHARDT, A. & MICHAEL, A. - A guide to the mosquito fish, Gambusia affinis, for mosquito Control. Navy Environmental and Preventive Medicine Unit nº 2, Norfolk, Virginia 23511.