

Pesquisas Patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai



**Pesquisas Patológicas e Genéticas
em Recursos Pesqueiros
da Bacia do Alto Paraguai**

Ministério do Meio Ambiente

Marina Silva

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Marcus Luiz Barroso Barros

Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros

Rômulo José Fernandes Barreto Mello

Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais

Laerte Batista de Oliveira Alves

Programa de Desenvolvimento Sustentável do Pantanal

Paulo Guilherme Francisco Cabral

Endereço do Editor

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Centro Nacional de Informação, Tecnologias Ambientais e Editoração

Edições Ibama

SCEN Trecho 2, Bloco B, Subsolo, Edifício-sede do Ibama

70818-900 – Brasília, DF

Telefone (61) 3316-1065

E-mail: editora.sede@ibama.gov.br

Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais

Rodovia Euberto Nemésio Pereira de Godoy, km 6,5

CEP 13641-001, Cachoeira de Emas, Pirassununga, SP

Telefone: (19) 3565-1299

Fax: (19) 3565-1318

E-mail: cepta.sp@ibama.gov.br

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros
Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais

Pesquisas Patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai



Brasília, 2006

Coordenação

Cleide Passos

Preparação dos Originais e Revisão de Provas

Auristela Marina Webster

Enrique Calaf Calaf

Vitória Rodrigues

Maria José Teixeira

Projeto Gráfico e Diagramação

Lavoisier Salmon Neiva

Capa

Fátima Feijó

Ilustrações dos peixes

Britski et al., 1999

Normalização Bibliográfica

Helionidia C. de Oliveira

As opiniões expressas nesta obra são de inteira responsabilidade do autor, não significando necessariamente as do Ibama.

Catálogo na Fonte

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

P472 Pesquisas patológicas e genéticas em recursos pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai / Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais. – Pirassununga: Ibama, 2006.
169p. : il. color. ; 20cm.

Inclui Bibliografia
ISBN 85-7300-225-5

1. Relatório. 2. Pesquisa científica. 3. Recursos pesqueiros. 4. Patologia. I. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. II. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais. III. Título.

CDU (2.ed.) 639.3.09

Impresso no Brasil
Printed in Brazil



Prefácio

O Pantanal é a maior planície inundável do mundo e onde habita grande concentração de vida silvestre do planeta.

Embora seja empreendido grande esforço para a conservação do Pantanal, a ocupação humana e a atividade pecuária desordenadas representam ameaças tanto pelo desmatamento quanto pela conversão de florestas em pastagens. O garimpo de ouro e de diamantes, a caça, a pesca, o turismo e a construção de rodovias e hidrelétricas podem ser igualmente comprometedores para o equilíbrio do bioma, quando realizados sem planejamento adequado.

O ecossistema pantaneiro abriga cerca de 320 espécies de peixes de água doce. Dessa forma, a pesca é uma atividade importante na Bacia do Alto Paraguai – BAP. Realizada em várias modalidades que vão da pesca de subsistência, praticada pelas populações ribeirinhas para a sua alimentação, à pesca comercial, até as pescarias para fins de lazer.

Tal representatividade da pesca na vida econômica e social da população pantaneira requer políticas públicas direcionadas ao bom uso dos recursos naturais, objetos da atividade pesqueira.

Para a elaboração e o aprimoramento de tais políticas, o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Pantanal – Programa Pantanal, executado pelo Ministério do Meio Ambiente e estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, vem realizando pesquisas sobre as principais espécies de peixes exploradas na região.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, por meio do Centro de Pesquisas e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais – Cepta, em parceria com renomadas instituições de pesquisa como a Universidade Estadual Paulista – Unesp, a Universidade de São Paulo – USP, Unicamp e Universidade de Taubaté, realizaram estudos que tratam do potencial genético, para a definição de bancos genéticos, e sobre as enfermidades que acometem os recursos pesqueiros e os problemas ambientais decorrentes nos ecossistemas aquáticos da região.

Pesquisas Patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai, que ora apresentamos e disponibilizamos para a sociedade, é mais uma contribuição para a gestão de recursos naturais do Brasil.

Marcus Luiz Barroso Barros
Presidente do Ibama



Apresentação

Entendemos bastante oportunos os resultados alcançados no desenvolvimento dos projetos “**Levantamento Quali-Quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense**” e “**Análise Citogenética e Genético-Molecular das Populações de *Piaractus mesopotamicus*, *Brycon hilarii*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus lineatus* e *Leporinus macrocephalus* dos rios Miranda, Aquidauana, Paraguai (MS), Cuiabá/Manso e do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense**”, uma vez que preencheram uma grande lacuna ao elucidar aspectos primordiais ao conhecimento dos agentes com potencial parasitário de peixes existentes naquele ecossistema, com enfoques na biologia e ecologia desses organismos e também a caracterização genética das cinco espécies de inquestionável importância para a pesca na região pantaneira.

As pesquisas oriundas do **Programa Pantanal** e contidas no **Projeto Gestão dos Recursos Pesqueiros do Pantanal** alcançaram plenamente seus objetivos. Esse sucesso deveu-se em grande parte ao empenho, dedicação e comprometimento das equipes de pesquisadores que neles atuaram, unidos pela parceria Ibama/Cepta, com instituições altamente reconhecidas, como USP/SP, Unesp/Botucatu e Bauru, Unicamp e Universidade de Taubaté.

É oportuno mencionar o trabalho do Dr. José Oswaldo Junqueira Mendonça, Coordenador de Pesquisa e Ensino do Cepta, no transcorrer de todas as etapas do projeto.

Laerte Batista de Oliveira Alves
Chefe-Geral do Cepta



Sumário

Parte 1

Levantamento Quali-Quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense.	11
--	----

Parte 2

Análise Citogenética e Genético-Molecular das Populações de <i>Piaractus mesopotamicus</i> , <i>Brycon hilarii</i> , <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> , <i>Prochilodus lineatus</i> e <i>Leporinus macrocephalus</i> dos rios Miranda, Aquidauana, Paraguai (MS), Cuiabá/Manso e do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense (MT).	125
---	-----

Levantamento Quali-Quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense

Paulo Sergio Ceccarelli

D.Sc. Coordenador Pesquisador Cepta/Ibama

Edson Aparecido Adriano

D.Sc. Pesquisador PNUD Cepta/Ibama

Sônia Maria Cursino dos Santos

M.Sc. Unitau e Pesquisadora PNUD Cepta/Ibama

Rodrigo Figueiredo do Rego

Pesquisador PNUD Cepta/Ibama

Luiz Otávio Lacerda e Silva

Pesquisador PNUD Cepta/Ibama

Sumário

Resumo	21
<hr/>	
1. Introdução	23
<hr/>	
2. Desenvolvimento	27
<hr/>	
3. Resultados	39
3.1. Ambiente natural	39
3.1.1. Protozoologia	40
3.1.1.1. Ocorrência de mixosporídeos	40
3.1.1.2. Ocorrência de ciliados do gênero <i>Trichodina</i>	42
3.1.1.3. Ocorrência de flagelados do gênero <i>Cryptobia</i>	43
3.1.1.4. Ocorrência de Sessilina do gênero <i>Epistylis</i>	44
3.1.1.5. Ocorrência de parasitas do filo Microspora	44
3.1.1.6. Ocorrência de <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	45
3.1.1.7. Ocorrência de ciliados do gênero <i>Chilodonella</i>	45
3.1.1.8. Ocorrência de parasitas do gênero <i>Piscinoodinium</i>	45
3.1.2. Helmintologia	58
3.1.2.1. Digenea	64
3.1.2.2. Nematoda	68
3.1.2.3. Acanthocephala	74
3.1.2.4. Cestoda	74
3.1.3. Crustacea	78
3.1.4. Relação parasito x meio ambiente	78
3.2. Levantamento de parasitos de peixes em pisciculturas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul	79
3.2.1. Protozoologia	82
3.2.1.1. <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	82
3.2.1.2. <i>Piscinoodinium</i>	83
3.2.1.3. <i>Trichodina</i> sp.	84
3.2.1.4. <i>Epistylis</i> sp.	85
3.2.1.5. <i>Cryptobia</i> sp.	85
3.2.2. Mixosporídeos	86
3.2.2.1. <i>Henneguya</i>	86
3.2.2.2. <i>Myxobolus</i>	87
3.2.3. Bactérias	87
3.2.3.1. <i>Flavobacterium columnare</i>	87

3.2.3.2.	<i>Aeromonas</i> sp.	90
3.2.4.	Enfermidade micótica	91
3.2.4.1.	Saprolegniose	91
3.2.5.	Helmintos	92
3.2.5.1.	Monogenea	92
3.2.5.2.	Nematóides	95
3.2.5.2.1.	<i>Eustrongylides</i>	95
3.2.5.2.2.	<i>Rondonia rondoni</i>	96
3.2.5.2.3.	<i>Spinitectus asperus</i>	97
3.2.5.3.	Digenea	97
3.2.5.3.1.	<i>Dadaytrema oxycephala</i>	97
3.2.5.4.	Acanthocephala	97
3.3.	Treinamento	98
<hr/>		
4.	Conclusão	99
<hr/>		
5.	Comentários e Recomendações	101
<hr/>		
Referências Bibliográficas		105
<hr/>		
Anexo I	– Trabalhos Resultantes do Programa Pantanal, publicados em Revistas Científicas	113
<hr/>		
Anexo II	– Resumos de Trabalhos Resultantes do Programa Pantanal, publicados em Anais de Congressos	115
<hr/>		
Anexo III	– Análise Preliminar de Variáveis Limnológicas	117
<hr/>		

Lista de Tabelas

Tab. 1. Local de coleta, espécies de peixes e número de exemplares analisados nos anos de 2001 a 2005.	39
Tab. 2. Parasitas (Protozoa, Myxozoa e Microspora) encontrados em peixes examinados no rio Aquidauana (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	46
Tab. 3. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Miranda (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	47
Tab. 4. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Paraguai (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	48
Tab. 5. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Cuiabá – Parque Nacional do Pantanal – Parna-Pantanal (região central do Pantanal Mato-Grossense).	49
Tab. 6. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes do rio Cuiabazinho, no município de Nobres (região norte do Pantanal Mato-Grossense).	51
Tab. 7. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Aquidauana (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	58
Tab. 8. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Miranda (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	59
Tab. 9. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Paraguai (região sul do Pantanal Mato-Grossense).	60
Tab. 10. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Cuiabá – Parna-Pantanal (região central do Pantanal Mato-Grossense).	61
Tab. 11. Parasitas (helmintos e crustáceos) encontrados em peixes do rio Cuiabazinho (região norte do Pantanal Mato-Grossense).	63
Tab. 12. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados em pisciculturas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.	80
Tab. 13. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes examinados em pisciculturas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.	81
Tab. 14. Bactérias e fungos encontrados em peixes examinados em pisciculturas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.	81

Lista de Figuras

Fig. 1.	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829).	30
Fig. 2.	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766).	31
Fig. 3.	<i>Zungaro jabu</i> (Ihering, 1898)..	31
Fig. 4.	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840).	32
Fig. 5.	<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacépède, 1803).	32
Fig. 6.	<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816).	33
Fig. 7.	<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850).	34
Fig. 8.	<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887).	34
Fig. 9.	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836).	35
Fig. 10.	<i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988.	36
Fig. 11.	<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794).	36
Fig. 12.	Distribuição das espécies de peixes examinadas.	40
Fig. 13.	Esporos de <i>Henneguya piaractus</i> . Microscopia de luz. Esporos em desenvolvimento (seta). Barra = 10 µm.	52
Fig. 14.	<i>Henneguya piaractus</i> em corte histológico de brânquias de pacu. Observe que os cistos são intralamelares. Ocorre a deformação lamelar, mas não há proliferação de células epiteliais. Barra = 500 µm.	52
Fig. 15.	Esporo de <i>Henneguya piaractus</i> parasita de brânquias de pacu. Microscopia eletrônica de varredura.	52
Fig. 16.	Esporos de <i>Myxobolus colossomatis</i> parasita de pacu. Barra = 10 µm.	52
Fig. 17.	Esporos de <i>Henneguya pellucida</i> parasita de pacu. Barra = 10 µm.	53
Fig. 18.	Cistos de <i>Myxobolus cuneus</i> na bexiga urinária de pacu. Barra = 100 µm.	53
Fig. 19.	<i>Henneguya caudalongula</i> em corte histológico de brânquia de curimbatá. Cisto com desenvolvimento interlamelar. Barra = 100 µm.	53
Fig. 20.	Esporos de <i>Myxobolus</i> sp. parasita de curimbatá.	53

Fig. 21. Esporos de <i>Myxobolus</i> sp. formando cistos nas nadadeiras de curimatá. Microscopia eletrônica de varredura. Barra = 5 mm.	54
Fig. 22. Cisto de <i>Myxobolus</i> sp. parasita de filamento branquial de dourado. Barra = 2 mm.	54
Fig. 23. Esporos de <i>Myxobolus</i> sp. parasita de filamento branquial de dourado. Barra = 10 µm.	54
Fig. 24. Esporos de <i>Henneguya</i> sp. parasita do baço de piaussu. Barra = 10 µm.	54
Fig. 25. <i>Henneguya</i> sp. parasita das brânquias de pintado e cachara. Barra = 10 µm.	55
Fig. 26. <i>Henneguya</i> sp. parasita do filamento branquial de pintado e cachara. Barra = 10 µm.	55
Fig. 27. Cisto de <i>Henneguya</i> sp. parasita de filamento branquial de pintado. Barra = 5 mm.	55
Fig. 28. <i>Myxobolus</i> sp. parasita de jaú. Barra = 5 µm.	55
Fig. 29. Cistos de <i>Myxobolus</i> sp. na face interna do opérculo de jaú. Barra = 3 mm.	56
Fig. 30. Cistos de <i>Myxobolus</i> sp. no filamento branquial de piraputanga. Barra = 1 mm.	56
Fig. 31. <i>Myxobolus</i> sp. parasita de filamento branquial de piraputanga. Barra = 10 µm.	56
Fig. 32. Cistos de <i>Myxobolus</i> sp. parasita do baço e rim de piraputanga. Barra = 1 mm.	56
Fig. 33. Esporos de <i>Myxobolus</i> sp. parasita de baço e rim de piraputanga. Barra = 10 µm.	57
Fig. 34. Ciliado do gênero <i>Trichodina</i> parasita de brânquias e pele de piaussu do Pantanal Mato-Grossense.	57
Fig. 35. Cistos de microsporídeo infectando ovário de pacu. Barra = 3 mm.	57
Fig. 36. Esporos de microsporídeo parasita de ovário de pacu. Barra = 10 µm.	57
Fig. 37. <i>Dadaytrema oxycephala</i> . Adulto (100x).	65
Fig. 38. <i>Diplostomum compactum</i>	66

Fig. 39. <i>Prosthenhystera obesa</i>	67
Fig. 40. Extremidade anterior de <i>Spectatus spectatus</i> (100x).	69
Fig. 41. Extremidade anterior de <i>Rondonia rondoni</i> (100x A; 400x B).....	70
Fig. 42. Extremidade anterior de <i>Procamallanus</i> sp. (100x).	71
Fig. 43. <i>Cucullanus</i> sp.	72
Fig. 44. <i>Spinitectus asperus</i> : (A) extremidade anterior, (B) extremidade posterior (100x).	73
Fig. 45. <i>Nomomiscolex sudobim</i> destacando o escólex.	75
Fig. 46. <i>Chambriella agostinboi</i> destacando o escólex.	75
Fig. 47. <i>Spasskyellina spinulifera</i> destacando o escólex.	76
Fig. 48. <i>Peltidocotyle rugosa</i> destacando o escólex.	77
Fig. 49. <i>Jauella glandicephalus</i> destacando o escólex.	77

Resumo

O Pantanal Mato-Grossense possui uma das maiores biodiversidades de peixes do mundo, vivendo em total equilíbrio com o meio ambiente. Nos últimos anos, esse ecossistema vem sofrendo alterações ambientais cada vez mais agressivas. Conhecer os agentes com potencial parasitário de peixes, existentes naquele ecossistema, é fundamental quanto aos aspectos da biologia e da ecologia dos organismos, bem como a relação parasita/hospedeiro, taxonomia, sazonalidade, prevalência, intensidade e distribuição, o que aumenta o entendimento de aspectos relacionados com a ictiofauna pantaneira. Foram realizadas expedições buscando o estudo de parasitas patógenos de peixes da região do Pantanal Mato-Grossense. As coletas foram realizadas em três regiões da bacia do Paraguai: rio Aquidauana, rio Miranda e rio Paraguai, na região sul do Pantanal Mato-Grossense, rio Cuiabá (Parque Nacional do Pantanal) na região central e no rio Cuiabazinho, no município de Nobres, localizado mais ao norte. As capturas foram realizadas em novembro de 2001, outubro de 2002 e abril de 2003, na região sul; e novembro de 2003, maio/junho e outubro de 2004, e julho de 2005 na região central e norte do Pantanal Mato-Grossense. Foram examinados 779 peixes pertencentes às seguintes espécies: pintado (73), cachara (65), pacu (161), piraputanga (96), curimbatá (177), dourado (82), piaussu ou piau-do-papo-amarelo (25), jaú (52), jurupoca (13), mandi (14), piau-três-pintas (18). Cada exemplar foi necropsiado e investigado quanto à presença de endo e ectoparasitos, os quais foram quantificados e preservados, conforme metodologia para cada grupo, e posteriormente identificados, na maioria, quanto à espécie. Foram encontrados protozoários microsporídeos, mixosporídeos, ciliados e flagelados; helmintos Nematoda, Cestoda, Digenea, Acanthocephala; e crustáceos. Para o levantamento preliminar de parasitas (protozoários, bactérias e helmintos) de peixes em ambientes de criação foram tomadas como base quatro pisciculturas, sendo duas no estado do Mato Grosso do Sul e duas no estado de Mato Grosso. Foram examinados 120 peixes, sendo 20 exemplares de cada uma das seguintes espécies: pintado, cachara, pacu, piau-do-papo-amarelo, curimbatá e piraputanga. Como conclusão, pode-se afirmar que foi identificada a fauna parasitária e determinados a prevalência, a distribuição geográfica e o sítio de infecção das seguintes espécies ictíicas de hospedeiros: pintado, cachara, pacu, piraputanga, curimbatá, dourado, piaussu ou piau-do-papo-amarelo, jaú, jurupoca, mandi e piau-três-pintas, capturados nos principais rios do Pantanal Mato-Grossense. As espécies de peixes envolvidas neste estudo são hospedeiras de uma variada fauna de parasitas



Protozoa, Nematoda, Trematoda, Cestoda, Acantocephala e Crustacea, com grande quantidade de espécies. O filo Myxozoa foi o que apresentou maior diversidade, com 26 espécies registradas, e em todas as espécies de hospedeiros foram encontrados, no mínimo, uma espécie desse filo. A ocorrência de parasitas do filo Microspora foi restrita a um pacu capturado no rio Aquidauana. A ocorrência de parasitas em peixes de piscicultura é menor do que no ambiente natural. Todos os parasitas de ocorrência nos viveiros de criação foram encontrados infestando peixes no ambiente natural. Pequenas infestações em peixes de criação, comparadas com o ambiente natural, são suficientes para causar enfermidades e até mesmo a morte dos indivíduos.



1. Introdução

O Pantanal Mato-Grossense é a mais extensa área úmida contínua do planeta, compreendendo aproximadamente 150.000 km² de superfície. Comparando-se com as dimensões brasileiras, o Pantanal é maior que os estados de Pernambuco ou Santa Catarina. Situado no alto curso do rio Paraguai, em território brasileiro, entre os paralelos de 15° a 22° de latitude sul e os meridianos de 55° a 58° de longitude oeste, o Pantanal abrange 12 municípios, destes, Corumbá, Coxim, Aquidauana, Miranda e Porto Murtinho são tradicionalmente conhecidos como municípios pantaneiros. O rio Paraguai, com 1.400 km de extensão em território brasileiro, juntamente com seus afluentes – São Lourenço (670 km), Cuiabá (650 km) ao norte; Miranda (697 km), Taquari (480 km), Coxim (280 km), Aquidauana (580 km) ao sul, assim como rios de menores extensões – Nabileque, Apa e Negro, formam a trama hidrográfica do complexo pantaneiro. Mas esse sistema não é constituído apenas de rios.

O Pantanal é uma imensa planície de áreas alagáveis e é no período das cheias que se justifica a lenda sobre a sua origem, que seria um imenso mar interior – o mar de Xaraés. Esse complexo hidrográfico compreende ainda incontáveis baías e lagos das mais variadas superfícies, interligadas ou não pelos corixos e vazantes, que são pequenos rios perenes ou periódicos. Nas cheias ocorre uma extraordinária interligação entre rios, braços e baías. As águas, enfim, tornam-se uma só: o mar de Xaraés. Na vazante, enriquecida pelo húmus, a região transforma-se na maior e mais rica concentração de alimentos naturais que sustenta toda a sua flora e fauna (Silva, 1986).

A Bacia do Alto Paraguai (BAP) possui uma área de 496.000 km², sendo que 396.800 km² pertencem ao Brasil e 99.000 km² ao Paraguai e à Bolívia. Da sua porção brasileira, 207.249 km² pertencem ao estado de Mato Grosso do Sul e 189.551 km² ao estado de Mato Grosso (Mato Grosso do Sul, 1999, 2000).

O rio Paraguai é um dos mais importantes rios de planície do Brasil, superado apenas pelo Amazonas. De sua nascente, na Chapada dos Parecis, nas proximidades da cidade de Diamantino – MT até a sua confluência com o rio Paraná, na fronteira com a Argentina, ele percorre 2.621 quilômetros, sendo 1.683 quilômetros em território brasileiro. Os principais tributários do rio Paraguai são: rio Jauru, Cuiabá, São Lourenço, Piquiri, Taquari, Negro, Miranda, Aquidauana, Sepotuba e Apa (Mato Grosso do Sul, 1999, 2000).



O rio Miranda nasce na serra de Maracaju, com altitude de 700 metros e percorre 697 quilômetros da nascente até a sua foz no rio Paraguai. Seus principais afluentes são os rios São Francisco, Nioaque, Santo Antônio, Prata, Formoso, Bacuri, Peixe, Salobra e Aquidauana.

O rio Aquidauana nasce nas adjacências da serra de Maracaju, no chapadão do município de São Gabriel do Oeste, com altitude aproximada de 715 metros, percorrendo áreas de planalto e planície por 580 quilômetros da nascente até a sua foz no rio Miranda. A área da bacia contribuinte a montante da cidade de Aquidauana é de 15.200 km², com vazão média anual de 130 m³ por segundo (na cidade de Aquidauana). Seus principais afluentes na margem direita são o rio Vermelho e os córregos Corguinho, Água Limpa e João Dias. Os da margem esquerda são os rios Cachoeirão, Dois Irmãos, ribeirão Taquaruçu e os córregos São João, Ceroula, Agogo e Agadri (Mato Grosso do Sul, 1999, 2000).

O rio Cuiabá nasce no município de Rosário do Oeste, nas encostas da Serra Azul, tendo como principais formadores os rios Cuiabá da Larga e Cuiabá Bonito, sendo o primeiro considerado sua nascente principal. Após a confluência desses rios, recebe o nome de Cuiabazinho e, somente após o encontro com o Manso, passa a se chamar Cuiabá (Lima, 2001). A vazão média do rio Cuiabá é de 343,83 m³/s, atingindo até 1.800 m³/s na época das chuvas (Brasil, 1997).

O clima do Pantanal é quente e úmido no verão e frio e seco no inverno, com temperatura média anual de 25°C, sendo que nos meses de setembro a dezembro as temperaturas máximas ultrapassam 40°C. O trimestre mais seco ocorre nos meses de junho, julho e agosto e as chuvas estacionais concentram-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com 45% da precipitação total anual (Guerrini, 1978; Brasil, 1979; Calheiros & Fonseca Júnior, 1996).

As cheias no norte do Pantanal, nas regiões de Cuiabá, Santo Antônio de Leverger e Barão de Melgaço, ocorrem durante o período mais chuvoso, de janeiro a março, atingindo o sul do Pantanal, na região de Corumbá, em abril, maio e junho (Brasil, 1972).

Com toda a sua extensão e as diferentes características nas épocas de cheia e seca, o Pantanal Mato-Grossense possui 263 espécies de peixes já catalogadas, mas esse número pode atingir, segundo dados do Instituto de Preservação e Controle Ambiental (Inamb), 405 espécies.

Segundo Eysink & Ceccarelli (2003), existe uma grande variedade de parâmetros do meio aquático, que quando alterados além dos limites aceitáveis, podem predispor os peixes a enfermidades, as quais podem ser de origem natural



ou provocadas pelo homem. As naturais são aquelas causadas por fenômenos tais como variação de temperatura, presença de algas tóxicas, composição química da água, disponibilidade de espaço e alimento, entre outras. As provocadas pelo homem podem ser atribuídas, principalmente, ao rápido crescimento demográfico, que acarreta despejo diretamente de efluentes de origem industrial e doméstica, atividades agropecuárias, desmatamento, represamento de rios, drenagem de lagoas marginais e pesca predatória.

Dentro do amplo ecossistema do Pantanal, atividades antrópicas podem levar ao desequilíbrio de fatores essenciais, expondo a ictiofauna à ação de agentes causadores de patogenia, como vírus, bactérias, fungos, parasitas etc., que podem causar mortalidades consideráveis das espécies, chegando a provocar a extinção ou redução de estoques de algumas delas. Por exemplo, ocorre o fenômeno natural denominado popularmente de “dequada”, causado pela decomposição de matéria orgânica que provoca alteração das características da água, como cor, odor, oxigênio dissolvido, gás carbônico dissolvido, pH, condutividade elétrica, nutrientes (nitrogênio, fósforo, carbono), demanda bioquímica de oxigênio, entre outros (Oliveira & Calheiros, 2006).

Há pouco conhecimento sobre as doenças de peixes na natureza, uma vez que os indivíduos por elas acometidos são prontamente atacados por predadores. Além disso, os agentes causadores dessas doenças aparecem em menor concentração em ambientes naturais, havendo equilíbrio entre o peixe, os patógenos e o ambiente (Sniesco, 1976). Organismos patogênicos podem ter significância mínima sob condições naturais, mas podem contribuir problemáticamente quando as condições ambientais são alteradas ou os peixes são submetidos a condições de estresse, como ocorre nos ambientes de criação.

O estudo em ambiente natural de organismos causadores de patogenia em peixes aumenta o conhecimento da relação parasita-hospedeiro-ambiente, permitindo avaliar as variações da ocorrência destes patógenos em locais com maior ou menor ação antrópica, bem como conhecer os padrões biológicos destes organismos.

Considerando que o Pantanal Mato-Grossense possui uma das maiores biodiversidades de peixes do mundo vivendo em equilíbrio com o meio ambiente, e que, nos últimos anos, esse ecossistema vem sofrendo alterações ambientais cada vez mais agressivas, é fundamental o conhecimento dos agentes com potencial parasitário de peixes existentes naquele ecossistema.

O conhecimento de aspectos da biologia e da ecologia desses organismos, como relação parasita/hospedeiro, taxonomia, sazonalidade, prevalência, intensida-



de e distribuição, além de aumentar o entendimento de aspectos relacionados à ictiofauna pantaneira, poderão favorecer a compreensão das patogenias que acometem as espécies de peixes que ali vivem. Por outro lado, auxiliarão nos estudos para a seleção de métodos de prevenção e controle das doenças de peixes submetidos aos diferentes sistemas de criação, podendo, ainda, servir como parâmetros indicadores de qualidade ambiental.



2. Desenvolvimento

Neste trabalho foram realizadas expedições buscando o estudo de parasitas patógenos de peixes do Pantanal Mato-Grossense. As coletas foram realizadas em três regiões da bacia do Paraguai: rio Aquidauana, rio Miranda e rio Paraguai na região sul do Pantanal Mato-Grossense; rio Cuiabá (Parque Nacional do Pantanal) na região central e no rio Cuiabazinho, no município de Nobres, parte mais ao norte do Pantanal Mato-Grossense. As capturas foram realizadas em novembro de 2001, outubro de 2002 e abril de 2003, na região sul, e novembro de 2003, maio/junho e outubro de 2004, e julho de 2005 na região central e norte desse Pantanal.

As espécies de peixes capturadas para a coleta de parasitas foram: pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) Fig. 1; cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) Fig. 2; jaú, *Zungaro jabu* (Ibering, 1821) Fig. 3; jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) Fig. 4; mandi, *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803) Fig. 5; dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) Fig. 6; piraputanga, *Brycon hilarii* (Valenciennes, 1850), 1894) Fig. 7; pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) Fig. 8; curimbatá, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) Fig. 9; piaussu ou piau-do-papo-amarelo (*Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988) Fig. 10; piau-três-pintas, *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) Fig. 11. As espécies piau-três-pintas, mandi e jurupoca foram posteriormente consideradas no projeto, por apresentar elevada frequência de ocorrência de captura e, nos últimos anos, interesse para a sua criação em cativeiro.

As capturas dos peixes foram realizadas utilizando-se tarrafas, rede de lance e anzóis com auxílio de carretilhas e varas de bambu.

Todos os exemplares foram transportados vivos até a base (laboratório de campo), onde foram mantidos vivos utilizando-se da mesma água do local de captura até serem realizadas as análises macroscópicas e microscópicas. O tempo da captura até o início dos exames parasitológicos foi sempre inferior a três horas.

No levantamento preliminar de parasitas de peixes em ambientes de criação foram tomadas como base quatro pisciculturas, sendo duas no estado do Mato Grosso do Sul e duas no estado de Mato Grosso. As espécies examinadas foram: pintado, cachara, pacu, piau-do-papo-amarelo, curimbatá e piraputanga.

A captura dos peixes nos viveiros foi realizada ao acaso, com peixes aparentemente normais, exceto quando observados peixes nadando de forma anormal



para a espécie, isolados do cardume, ou com reflexo lento. Também foram examinados alguns peixes juvenis moribundos.

Os peixes foram sacrificados mediante o rompimento da coluna cervical. Após as medições de peso e comprimento total foi realizado o exame macroscópico da superfície do corpo e, em seguida, preparadas lâminas de raspado de muco da pele sendo examinadas ao microscópio de luz.

Durante a necropsia foram separados: fígado, rim, baço, bexiga natatória, trato digestório e brânquias para a análise microscópica em placas de Petri contendo água destilada. Neste momento, procedeu-se também à identificação do sexo e desenvolvimento gonadal.

Para o estudo dos parasitas utilizou-se metodologia própria para cada grupo, como segue:

- 1) **Protozoários parasitas da pele e das brânquias:** raspados de muco da pele e das brânquias foram examinados ao microscópio de luz em aumentos que variaram de 100X a 1000X. Raspados em lâminas que apresentaram os parasitas foram deixadas secar em temperatura ambiente e então coradas com nitrato de prata na concentração de 2%, por oito minutos e, depois de lavadas com água destilada, foram deixadas expostas à radiação solar por duas horas (Pavanelli et al., 1998).
- 2) **Mixosporídeos e microsporídeos:** cistos presentes nos órgãos ou fragmentos de órgãos contendo lesões foram examinados ao microscópio de luz para confirmar a presença de parasitas e identificar a classe, gênero ou espécie. Quando confirmada a presença do parasita, cistos, ou partes dos órgãos parasitados, foram fixados em formalina 10% tamponada, para posterior estudo taxonômico, histopatológico e de microscopia eletrônica de varredura.
- 3) **Monogenóides:** as brânquias, após serem excisadas, foram examinadas ao microscópio estereoscópico e microscópio de luz para avaliar a presença de monogenóides. Quando positivo, os arcos branquiais foram colocados em frasco contendo formalina 1:4.000 para que os parasitas se soltassem dos filamentos branquiais. Após 2 horas, os arcos branquiais foram retirados e o líquido foi fixado em formalina a 5% para posterior estudo taxonômico e quantificação.
- 4) **Digenéticos:** foram examinados as vísceras e o tubo digestório em microscópio estereoscópico e, quando do encontro do parasita, este foi transferido para uma placa de Petri contendo água destilada e agitado



para efetuar a lavagem. Em seguida foram pressionados entre lâmina e lamínula contendo líquido fixador (AFA) durante uma hora e depois transferidos para o líquido conservador Railliet-Henry para posterior identificação das espécies.

- 5) **Nematóides:** foram examinados as vísceras e o tubo digestório em microscópio estereoscópico e, quando encontrado o parasita, este foi transferido para uma placa de Petri contendo água e agitado para efetuar a lavagem. Após este processo, os nematóides foram fixados em AFA quente (70°C) e depois transferidos para o líquido Railliet-Henry, para posterior identificação das espécies e quantificação.
- 6) **Acantocéfalos:** cada espécime foi retirado das vísceras dos peixes, lavado em solução fisiológica a 0,8% para retirar a mucosidade aderida. Foram então levados à geladeira durante 24 horas, para que a probóscide fosse totalmente extrovertida e, posteriormente, fixados em AFA e conservados em líquido Railliet-Henry.
- 7) **Cestódeos:** cada espécime foi retirado, lavado em solução fisiológica a 0,8% e levado à geladeira por um período de 24 horas para que ficasse totalmente distendido. Após este processo foi pressionado entre lâminas e fixado em AFA e depois conservado em líquido Railliet-Henry para posterior identificação.
- 8) **Bactérias:** foram realizadas análises preliminares no local da coleta, mediante o exame direto ao microscópio, de um esfregaço do material da zona lesionada e a detecção de bacilos longos com movimentos deslizantes. Peixes com sinais clínicos da enfermidade foram examinados em laboratório, onde se desenvolveu meio de cultura específico e caracterização bioquímica para essa bacteriose com base em Pilarsky et al. (2003).
- 9) **Fungos:** foram analisados mediante exame direto ao microscópio óptico e microscópio estereoscópico de esfregaço a fresco, onde foi possível visualizar o crescimento micelar típico dos fungos.

O material coletado foi levado para o laboratório de Saúde, Bem-Estar e Controle de Enfermidades do Cepta/Ibama, Laboratório de Parasitologia da Universidade de Taubaté e departamentos de Histologia/Embriologia e de Parasitologia da Unicamp, onde foram realizados os estudos taxonômicos, histopatológicos e de microscopia eletrônica de varredura.



Caracterização das principais espécies de peixes estudadas¹

Ordem: Siluriformes

Família: Pimelodidae

Na família Pimelodidae encontram-se siluriformes muito diversificados, compreendendo formas de pequeno porte (menos de 10 cm de comprimento) até formas gigantes com mais de um metro de comprimento. Podem ser caracterizadas por possuir corpos nus, três pares de barbilhões (um maxilar e dois mentonianos), aberturas branquiais não unidas ao istmo.



Fig. 1. *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829).

Peixe de couro, corpo alongado e roliço; cabeça grande e achatada. A coloração é cinza, escura no dorso, clareando em direção ao ventre e esbranquiçada abaixo da linha lateral. Pode ser separada das outras espécies do gênero pelo padrão de manchas pequenas, pretas, arredondadas ou ovaladas espalhadas ao longo do corpo, acima e abaixo da linha lateral. Espécie de grande porte pode alcançar mais de 1 metro de comprimento total. É piscívora e ocorre em vários tipos de habitats como lagos, praias e canal de rios. Realiza migrações de desova. É importante na pesca comercial e esportiva.

Distribuição geográfica: América do Sul: bacias do São Francisco e do Prata.

¹ Baseado em Britski et al. (1999) e Reis et al. (2003).





Fig. 2. *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766).

Peixe de couro; alongado e roliço; cabeça grande e achatada. A coloração é cinza-escuro no dorso, clareando em direção ao ventre, sendo branca abaixo da linha lateral. Pode ser separada das outras espécies do gênero pelo padrão das manchas que são na verdade faixas verticais pretas irregulares, começando na região dorsal e se estendendo até abaixo da linha lateral. Às vezes, apresenta algumas manchas arredondadas ou alongadas no final das faixas. Espécie de grande porte pode alcançar mais de 1 metro de comprimento total. É piscívora, com preferência para peixes de escamas, mas, em algumas regiões, o camarão também é um item importante na dieta. Ocorre em vários tipos de habitats como poços no canal dos rios, baixios de praias, lagos e matas inundadas. Realiza migração reprodutiva rio acima a partir do início da enchente. É importante na pesca comercial e esportiva.

Distribuição Geográfica: América do Sul: bacias amazônica, Araguaia-Tocantins e Prata.



Fig. 3. *Zungaro jabu* (Ihering, 1898).

Peixe de couro de grande porte que pode alcançar mais de 1,5 metro de comprimento total e 100 quilogramas. O corpo é grosso e curto, a cabeça grande e achatada. A coloração varia do pardo-esverdeado-claro a escuro, no dorso, mas o ventre é branco; indivíduos jovens apresentam pintas claras espalhadas pelo dorso. Espécie piscívora que vive no canal do rio, principalmente nos poços das cachoeiras, para onde vai no período de águas baixas, acompanhando os cardumes de Characidae (especialmente curimbatá) que migram rio acima.

Distribuição geográfica: América do Sul: bacia do Paraná-Paraguai.





Fig. 4. *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840).

Peixe de couro, médio porte, alcançando cerca de 60 cm de comprimento total e 3 kg. Apresenta uma característica que o difere dos outros pimelodídeos: a mandíbula é um pouco maior que o maxilar superior, fazendo com que a abertura da boca fique voltada para cima. A coloração pode variar de castanho-esverdeada para amarelada e o ventre é branco. Apresenta manchas pretas ovaladas de tamanho variável, alinhadas na extensão do corpo. Frequentemente, uma dessas manchas se localiza na base do lobo superior da nadadeira caudal. É carnívora e alimenta-se de peixes e invertebrados. Vive na beira dos rios e na boca de lagoas.

Distribuição geográfica: América do Sul: bacias amazônica, Araguaia-Tocantins e Prata.



Fig. 5. *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803).

Peixe de couro com hábitos onívoros, sua alimentação tem como base peixes, invertebrados, frutos/sementes e detritos. Vive nos remansos das margens dos rios. Como é facilmente capturado com anzol, é importante para a pesca de subsistência.

Distribuição geográfica: bacias do Paraná e do São Francisco.



Ordem: Characiformes
Família: Characidae
Subfamília: Salmininae

Predadores vorazes, providos de duas séries de dentes cônicos tanto no pré-maxilar quanto no dentário e de uma série ao longo do maxilar. Possuem nadadeira anal longa e grande número de escamas na linha lateral. Esta subfamília é representada por um único gênero *Salminus* Agassiz, 1829, com uma única espécie no Pantanal, o *Salminus brasiliensis* (Feitosa et al., 2004).

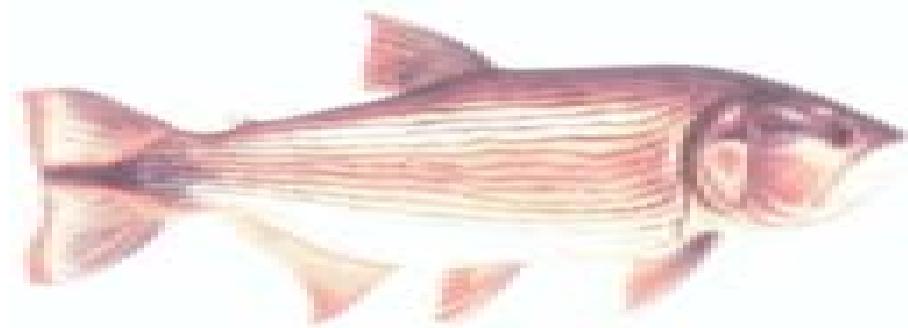


Fig. 6. *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816).

O dourado é essencialmente piscívoro quando adulto, alimentando-se basicamente de *Leporinus* sp., *Astyanax bimaculatus*, *Steindachnerina insculpta* e *Astyanax* sp. (Esteves & Pinto Lobo, 2001). Quando jovem tem como dieta crustáceos, insetos e suas larvas (Morais Filho & Schubart, 1955).

Distribuição geográfica: bacias do Prata ao Amazonas, sendo migrante regular do baixo e médio rio Paraná.

Subfamília: Bryconinae

Peixe de porte mediano a grande, com hábitos herbívoros ou onívoros. Caracteriza-se pela presença de três séries de dentes no pré-maxilar, duas séries no dentário e tem o maxilar quase inteiramente denteado.





Fig. 7. *Brycon bilarii* (Valenciennes, 1850).

Peixe de escama, com corpo alongado e um pouco comprimido. Logo depois de retirado da água a cor é amarelada, a nadadeira caudal é vermelha, com faixa preta que começa no pedúnculo caudal e chega até os raios centrais da nadadeira caudal. As demais nadadeiras são alaranjadas. As escamas do dorso são claras no centro, com bordas escuras. Apresenta uma mancha umeral escura e arredondada. Alcança cerca de 50 cm de comprimento total. É onívoro e alimenta-se de peixes, frutos e sementes. Vive em locais de corredeiras e nos remansos, embaixo de árvores frutíferas e próximas às plantas aquáticas. Tem importância comercial e esportiva.

Distribuição geográfica: Bacia do Paraguai.

Subfamília: Myleinae

Os mileíneos são peixes de escama com corpo alto e comprimido e uma quilha pré-ventral com espinhos como os serrasalmídeos. Os dentes são incisiviformes, truncados, molariformes ou cônicos e se dispõem em duas fileiras no pré-maxilar e dentário e é caracterizado por um único dente na sínfise. Geralmente são peixes herbívoros, preferencialmente frugívoros.



Fig. 8. *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887).



A coloração é uniforme, castanha ou cinza-escura. O ventre é mais claro, amarelado quando o peixe está vivo. Alcança cerca de 50 cm de comprimento total. A espécie é onívora, com tendência à herbivoria (alimenta-se de frutos/sementes, folhas, algas e, mais raramente, peixes, crustáceos e moluscos). É considerado um dos peixes mais esportivos do Pantanal; é também muito importante comercialmente.

Distribuição geográfica: Bacia do Paraguai-Paraná.

Família: Prochilodontidae

Peixes iliófagos de tamanho mediano a grande. A principal característica da família é a boca prostrátil, em forma de ventosa, com lábios carnosos, sobre os quais estão implantados numerosos dentes diminutos dispostos em fileiras numa única série lateral e em duas séries medialmente. Possuem cauda bifurcada, linha lateral completa, geralmente, e um espinho na frente do raio dorsal.



Fig. 9. *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836).

Peixe de escamas. As escamas são ásperas e a coloração é prateada. A altura do corpo e o comprimento variam com a espécie. É detritívoro, isto é, alimenta-se de matéria orgânica e microorganismos associados à lama do fundo de lagos e margens de rios. Realiza longas migrações reprodutivas. Capturado em grandes cardumes; é importante comercialmente, sobretudo para a população de baixa renda.

Distribuição geográfica: Bacia do Prata e Paraíba do Sul.

Família: Anostomidae

No geral são peixes de hábitos herbívoros, de corpo relativamente espesso, boca pequena, com 8 ou 6 dentes em cada maxila, portanto com 4 ou 3 dentes no pré-maxilar ou 4 ou 3 no dentário. Os dentes, geralmente assimétricos, nunca ocorrem no osso maxilar. O padrão de colorido geralmente é caracterizado pela presen-



ça de listras longitudinais, barras transversais ou máculas arredondadas ou ovaladas sobre o corpo.



Fig. 10. *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988.

Peixe de escama, corpo curto e grosso, boca grande e terminal. A coloração é cinza-escuro, principalmente por causa da borda lateral escura das escamas. Indivíduos jovens podem apresentar barras transversais nos flancos, os adultos apresentam três manchas escuras, alongadas verticalmente, sendo a mais posterior algumas vezes difusa. Indivíduos muito grandes não apresentam barras nem manchas. Alcança 60 cm de comprimento total. Espécie onívora, com tendência í herbívora; pode ser capturada na beira e no canal dos rios, nas baías e a jusante de quedas d'água, principalmente nas proximidades da vegetação.

Distribuição geográfica: Bacia do rio Paraguai.



Fig. 11. *Leporinus friderici* (Bloch, 1794).



Peixe de escamas, corpo alongado e fusiforme (característica da família), boca terminando um pouco inferior, com dentes incisivos e sem cúspides. A coloração é cinza, com três manchas arredondadas nos flancos, sendo a primeira na altura da nadadeira dorsal, a segunda entre a dorsal e a adiposa, e a terceira na base da nadadeira caudal. Alcança de 30 cm a 40 cm de comprimento total e 1,5 kg. Espécie onívora, com tendência í carnívora (principalmente insetos) ou frugívora (frutos e sementes pequenas) dependendo da oferta de alimentos. Vive principalmente nas margens de rios, lagos e na floresta inundada. É importante para a pesca de subsistência e para o comércio local.

Distribuição geográfica: América do Sul – bacias amazônica, Araguaia-Tocantins e Prata.

A identificação dos peixes foi baseada em Britski et al. (1999) e Cemig (2000).



3. Resultados

3.1. Ambiente natural

No decorrer deste trabalho foram examinados 779 peixes pertencentes às seguintes espécies: pintado (73), cachara (65), pacu (161), piraputanga (96), curimbatá (179), dourado (82), piaussu ou piau-do-papo-amarelo (25), jaú (52), jurupoca (13), mandi (14), piau-três-pintas (19) (Tabela 1, Fig. 12).

Tab. 1. Local de coleta, espécies de peixes e número de exemplares analisados nos anos de 2001 a 2005.

Espécies de peixes	LOCAIS DE COLETA					Total
	Rio Miranda	Rio Aquidauana	Rio Paraguai	Rio Cuiabá (PARNA)	Rio Cuiabazinho (Nobres)	
<i>P. mesopotamicus</i> Pacu	31	23	37	45	25	161
<i>P. lineatus</i> Corimbatá	25	23	18	46	67	179
<i>P. corruscans</i> Pintado	12	6	17	34	4	73
<i>P. fasciatus</i> Cachara	11	12	12	30	0	65
<i>S. brasiliensis</i> Dourado	6	6	5	52	13	82
<i>Z. jahu</i> Jaú	5	9	0	22	16	52
<i>L. macrocephalus</i> Piaussu	4	7	0	13	1	25
<i>L. friderici</i> Piau-três-pintas	7	8	0	3	1	19
<i>B. bilarii</i> Piraputanga	7	8	3	46	32	96
<i>H. platyrhynchus</i> Jurupoca	0	0	0	7	6	13
<i>P. maculatus</i> Mandi	10	0	0	2	2	14
Total	118	102	92	300	167	779



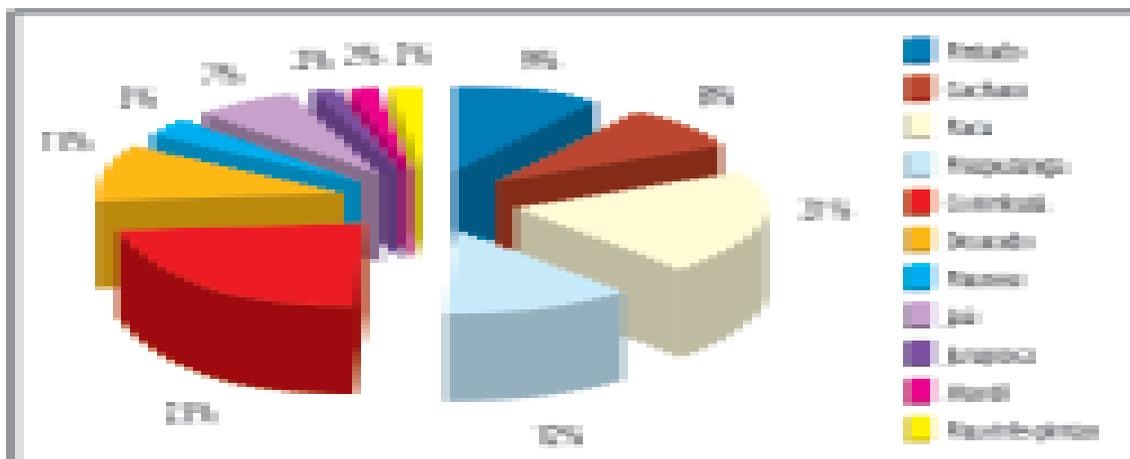


Fig. 12. Distribuição das espécies de peixes examinadas.

3.1.1. Protozoologia

Para o estudo de protozoários foram examinados 703 peixes pertencentes às espécies curimatá (164), pacu (126), piraputanga (110), dourado (75), pintado (63), cachara (59), jáú (50), piaussu ou piau-do-papo-amarelo (48) e jurupoca (8).

O número de peixes examinados em cada local de coleta, a prevalência de mixosporídeos dos gêneros *Henneguya* e *Myxobolus*, de ciliados da espécie *Ichthyophthirius multifiliis* e dos gêneros *Trichodina*, *Chilodonella* e *Epistylis*, flagelados do gênero *Cryptobia*, de protozoários da família Oodinidae e, ainda, espécie de parasita do filo Microspora em cada espécie de peixe, bem como os sítios de infecção de cada um estão relatados nas Tabelas 2 a 6.

As Figuras 14 a 35 mostram fotos de parasitas em preparações a fresco, cortes histológicos de órgãos infectados e microscopia eletrônica de varredura.

3.1.1.1. Ocorrência de mixosporídeos

No total, foram encontradas 26 espécies de parasitas do filo Myxozoa (=mixosporídeos) infectando as espécies de peixes envolvidas neste projeto. Cinco foram encontradas parasitando pacu: *Henneguya piaractus* Martins & Souza, 1997 (Fig. 13, 14 e 15) e *Myxobolus colossomatis* Molnár & Békési, 1992 (Fig. 16), *Henneguya pellucida* Adriano, Arana & Cordeiro, 2005 (Fig. 17) e *Myxobolus cuneus* Adriano, Arana & Cordeiro, 2006 (Fig. 18), bem como *Henneguya* sp., uma espécie ainda não descrita. Nos exemplares de curimatá foram encontradas as espécies *Myxobolus porofilus* Adriano, Arana, Ceccarelli & Cordeiro, 2002, *Henneguya*



caudalongula Adriano, Arana & Cordeiro, 2005 (Fig. 19) e *Myxobolus* sp. (Fig. 20 e 21) ainda não descrita. *Myxobolus macroplasmoidal* Molnár et al., 1998 e duas novas espécies do gênero *Myxobolus* foram registradas infectando os exemplares de dourado (Fig. 22 e 23). No piaussu foram observadas infecções por *Henneguya leporinicola* Martins et al., 1999 (Fig. 24) e por uma nova espécie do gênero *Myxobolus*. Nos exemplares de pintado e cachara foram observadas a ocorrência de duas novas espécies de mixosporídeos: *Henneguya* sp. nos filamentos branquiais (Fig. 25 e 26) e *Myxobolus* sp. no arco branquial e cisto de *Henneguya* sp. nos filamentos branquiais no pintado (Fig. 27). Outras duas novas espécies foram encontradas infectando exemplares de jaú: *Henneguya* sp. nos filamentos branquiais e *Myxobolus* sp. infectando o olho, a pele, a membrana serosa da cavidade visceral, a bexiga urinária e o arco branquial (Fig. 28). Foram encontrados também cistos de *Myxobolus* sp. na face interna do opérculo de jaú (Fig. 29). Em jurupoca foram observados mixosporídeos das espécies *Myxobolus* sp. e *Henneguya* sp. Entre os exemplares de piraputanga examinados foram observadas 5 novas espécies de mixosporídeos, três espécies do gênero *Myxobolus* e duas do gênero *Henneguya*, as quais estão em processo de descrição. Foram observados cistos e esporos de *Myxobolus* no filamento branquial (Fig. 30 e 31), no baço e no rim (Fig. 32 e 33).

Das 26 espécies de mixosporídeos acima relatadas, apenas 4 estavam descritas na literatura quando o projeto foi iniciado em 2001. No decorrer desse período, quatro novas espécies foram descritas por autores deste relatório: *M. porofilus* e *H. caudalongula* infectando curimatá e *H. pellucida* e *M. cuneus* infectando pacu. No contexto da distribuição geográfica, estes parasitas além de infectar seus hospedeiros em ambiente natural no Pantanal, algumas espécies já são encontradas infectando estes peixes também em sistemas de criação (Adriano et al., 2002, 2005 a, b, 2006; Adriano, 2004).

Mixosporídeos estão entre os mais importantes parasitas de peixes (Schmahl et al., 1989) e causam intensas infecções e doenças em peixes de criações e de ambientes naturais (Lom & Dyková, 1995). *M. cerebralis* é o agente etiológico da doença do rodopio em salmonídeos, e é responsável por altas taxas de mortalidade nesses peixes em várias partes do mundo. A doença manifesta-se nos exemplares jovens e o parasita se aloja nas cartilagens, causando deformações na cabeça e na coluna vertebral. Outras espécies de mixosporídeos são importantes patógenos de peixes em várias regiões do planeta. *Myxobolus lintoni* Guerley, 1983, forma agregados de cistos, originando grandes massas semelhantes a tumores no tecido subcutâneo e algumas vezes na musculatura de *Cyprinodon variegatus* ao longo da costa leste dos Estados Unidos (Lom & Dyková, 1995). Várias espécies dos gêneros *Kudoa*, *Unicapsula* e *Hexacapsula* têm sido encontradas parasitando o tecido mus-



cular estriado esquelético de peixes, comprometendo desta forma a aceitação do pescado pelo consumidor (Lom & Dyková, 1995). *Kudoa thyrsites* Gilchrist, 1924 foi registrado causando liquefação muscular em *Coryphaena hippurus* na Austrália (Langdon, 1991) e em *Paralichthys adspersus* no Chile (Castro & Burgos, 1996). Espécies do gênero *Henneburya* foram relacionadas com severa reação inflamatória, hemorragia e hiperplasia nas brânquias de peixes de água doce, comprometendo as trocas gasosas (Dyková & Lom, 1978; Kalavati & Narasimhamurti, 1985; Lom & Dyková, 1995; Martins & Souza, 1997).

Considerando-se a grande diversidade de espécies de peixes que fazem parte da nossa fauna, atualmente são poucos os trabalhos voltados para estudo de mixosporídeos de peixes do Brasil (Ceccarelli et al., 1990; Azevedo & Matos, 1995, 1996; Ferraz de Lima et al., 1995; Gióia & Cordeiro, 1996; Martins & Romero, 1996; Casal et al., 1997; Martins & Souza, 1997; Martins et al., 1997, 1999; Molnár et al., 1998; Cellere et al., 2002; Barassa et al., 2003 a, b).

Os mixosporídeos são parasitas que apresentam biologia complexa, sendo que estudos recentes mostraram que estes organismos utilizam hospedeiros invertebrados (Oligoquetas) no ciclo de vida e, segundo Molnár et al. (1998), pouco se sabe sobre a especificidade de hospedeiros de mixosporídeos; mas a grande maioria das espécies é restrita a determinados hospedeiros ou desenvolvem apenas em espécies de hospedeiros filogeneticamente próximas. Neste trabalho foi possível observar que cada espécie de peixe estudada albergava no mínimo uma espécie de mixosporídeo (Tabelas 2 a 6). Desta forma, o estudo de parasitas do filo Myxozoa em peixes do ecossistema pantaneiro, além de ampliar nosso conhecimento sobre a biodiversidade desses organismos e da sua relação com o seu hospedeiro (peixe), ainda proporciona a formação de um padrão de prevalência, sítio de infecção, distribuição geográfica e sazonalidade destes parasitas em peixes do Pantanal.

3.1.1.2. Ocorrência de ciliados do gênero *Trichodina*

Protozoários ciliados do gênero *Trichodina* apareceram com relativa frequência nos peixes. Parasitas deste grupo foram encontrados em exemplares de pacu, curimatá, piraputanga e dourado, nas três regiões de estudo. Foram observados apenas 4 exemplares de pintado infectados, sendo 2 na região sul e 2 na região central do Pantanal (Tabelas 1 a 5), enquanto estes ciliados foram observados em apenas 2 exemplares de cachara examinados na região central do Pantanal (Tabela 4). Exemplares de piaussu foram observados infectados por *Trichodina* sp. (Fig. 34) na região sul e central do Pantanal (Tabelas 1 a 4).



Trichodina sp. foi detectada em 3 exemplares de jaú da região sul e em 1 da região norte (Tabelas 1 a 3 e 5).

Protozoários do gênero *Trichodina* são os mais comuns ectoparasitas de peixes marinhos e de água doce (Lom, 1995). A exemplo do que acontece com a maioria dos protozoários, os *Trichodina* encontram-se geralmente em pequeno número nos peixes selvagens, apesar de serem freqüentemente observados. Alimentam-se de bactérias, algas e partículas suspensas na água. Quando ocorre uma infecção mais intensa, é sobretudo devido a alterações ambientais. Estes ciliados tornam-se então parasitas, alimentando-se de células epiteliais do hospedeiro (principalmente das brânquias). Nessas condições, pode provocar altas taxas de mortalidade em peixes de criações. Estes parasitas também ocorrem em maior número em hospedeiros debilitados, o que lhes confere um caráter oportunista (Eiras, 1994).

3.1.1.3. Ocorrência de flagelados do gênero *Cryptobia*

Parasitas deste gênero foram observados em 3 exemplares de curimatá examinados na região sul, em 6 na região central e em 13 na região norte (Tabelas 1 a 5). Em piraputanga, foram diagnosticados em apenas 1 exemplar da região sul, em 1 da região norte e em 5 da região central (Tabelas 1 a 5). Nos exemplares de dourado, *Cryptobia* sp. foram encontrados em 2 espécimes da região sul e em 14 da região central (Tabelas 1 a 4). Foi diagnosticada a presença deste flagelado em apenas um exemplar de pintado examinado na região central do Pantanal, enquanto em jaú *Cryptobia* sp. ocorreu em 3 exemplares examinados na mesma região (Tabela 4).

Protozoários do gênero *Cryptobia* infectam peixes marinhos e de água doce. Apresentam ampla distribuição e cerca de 52 espécies foram descritas até o presente. Podem ser ecto ou endoparasitas e estão agrupadas em dois subgêneros (*Cryptobia* e *Trypanoplasma*).

Espécies ectoparasitas são encontradas na superfície do corpo e das brânquias, apresentam ciclo monoxênico (sem hospedeiro intermediário) e são agrupadas no subgênero *Cryptobia*. Espécies endoparasitas são encontradas no sangue ou trato digestório, apresentam ciclo heteroxênico (envolvendo um hospedeiro invertebrado, geralmente sanguessugas) e estão agrupadas no subgênero *Trypanoplasma*. Alteração na coloração das brânquias, aumento na quantidade de muco na superfície do corpo, escurecimento da pele, anorexia e respiração na superfície da água foram observados em peixes parasitados por *Cryptobia branchialis* (Woo & Poynton, 1995).



3.1.1.4. Ocorrência de Sessilina do gênero *Epistylis*

Epistylis são protozoários da subordem Sessilina frequentemente encontrados no tegumento e nas brânquias dos peixes de água doce ou salgada. São ciliados coloniais, de corpo oval ou em forma de barril ligado a um pedúnculo que se fixa a um substrato (que pode ser um hospedeiro). A maioria das espécies não carece de um hospedeiro para se desenvolver, mas algumas delas estão adaptadas ao parasitismo e necessitam de um hospedeiro. Os efeitos patogênicos produzidos pelas espécies parasitas podem ser importantes, observando-se destruição da epiderme causando hemorragia, inflamação da derme e erosão das escamas, mas as mortalidades associadas são provavelmente devido às infecções bacterianas secundárias (Eiras, 1994).

Protozoários deste gênero foram observados em um exemplar de pintado e em outro de cachara examinados na região sul do Pantanal (Tabelas 1 e 3); em dois pacus, um da região central e outro da região sul (Tabelas 1 a 4); em um dourado e um jaú da região central (Tabela 4).

3.1.1.5. Ocorrência de parasitas do filo Microspora

Microsporídeos são parasitas intracelulares obrigatórios que infectam vertebrados e invertebrados. Produzem esporos resistentes (forma infectante) e apresentam ciclo monoxênico (transmissão direta peixe para peixe). O desenvolvimento do parasita dentro da célula provoca a degradação do citoplasma e das organelas. O termo xenoma é usado para definir a estrutura de forma cística resultante do complexo parasita-célula hospedeira. As espécies que parasitam peixes pertencem, sobretudo, aos gêneros *Glugea*, *Heterosporis*, *Ichthyosporidium*, *Loma*, *Microgemma*, *Mrazekia*, *Noema*, *Pleistophora*, *Tetramicra*, *Thelohania*, *Spraguea* (Eiras, 1994). Entre as espécies, há diferentes preferências de sítios de desenvolvimento (ovários, fígado, músculos, etc.). Dependendo dos órgãos infectados, tamanhos dos xenomas e intensidade do parasitismo, podem causar grandes perdas econômicas (Dyková, 1995). Segundo Dyková, 1995, os microsporídeos estão entre os mais importantes parasitas de peixes, e as infecções podem até mesmo alterar o crescimento populacional de peixes encontrados em ambientes naturais, bem como reduzir a produtividade de pescado em sistemas de criação, atuando assim, como um dos fatores limitantes ao crescimento da produção pesqueira. Microsporídeos que infectam ovários causam diminuição na fertilidade, podendo ocasionar importante redução na população de peixe afetada. (Maurand et al., 1988). Durante este trabalho relatamos pela primeira vez, a ocorrência de microsporídeo infectando ovário de pacu (Fig. 35 e 36) e descre-



vemos as alterações histopatológicas provocadas pelo parasita (Adriano et al., 2004). O microsporídeo foi observado em apenas um exemplar de pacu capturado no rio Aquidauana em novembro de 2003 (Tabela 1).

3.1.1.6. Ocorrência de *Ichthyophthirius multifiliis*

Ichthyophthirius multifiliis é uma espécie de protozoário cosmopolita e parasita exclusivamente peixes de água doce. Seu ciclo de vida é monoxênico (não requer hospedeiro intermediário), constituindo grande problema para a piscicultura. Larvas e juvenis são mais susceptíveis. Peixes altamente parasitados podem desenvolver ulcerações que são freqüentemente sítios de infecções secundárias por fungos e/ou bactérias (Eiras, 1994). No pantanal, *I. multifiliis* foi encontrado parasitando dois exemplares de curimatá na região sul, 5 na região central e 1 na região norte (Tabelas 1 a 5). Espécimes de piaussu infectados foram encontrados nas regiões sul (2 exemplares) e central (1 exemplar) (Tabelas 1 a 4). Nos exemplares de jaú *I. multifiliis* foram encontrados em 1 espécime na região sul, e em 4 na região norte (Tabelas 1 a 3 e 5). Em dourado, o parasita foi observado em dois exemplares examinados na região sul (Tabela 1 a 3), enquanto em pacu foi encontrado em dois exemplares capturados na região central (Tabela 4) e em piraputanga em quatro exemplares obtidos na mesma região (Tabela 4).

3.1.1.7. Ocorrência de ciliados do gênero *Chilodonella*

Protozoários do gênero *Chilodonella* foram observados em 1 exemplar de pacu capturado na região norte (Tabela 5), em 8 exemplares de curimatás examinados na região central e em 2 da região norte (Tabela 4 e 5), bem como em 1 espécime de cachara capturado na região norte (Tabela 5). Parasitas do gênero *Chilodonella* são freqüentemente encontrados no tegumento e nas brânquias, onde se alimentam de células epiteliais. São patógenos de grande impacto nas criações de algumas espécies como salmonídeos e carpas (Eiras, 1994).

3.1.1.8. Ocorrência de parasitas do gênero *Piscinoodinium*

Parasitas deste grupo foram observados infectando 1 exemplar de dourado e 1 exemplar de piaussu examinados na região central (Tabela 4). O gênero *Piscinoodinium* é constituído por ectoparasitas de brânquias e de tegumento de peixes de água doce e pode provocar prejuízos em criações de peixes na região de clima tropical (Eiras, 1994). Em viveiros de criação do Cepta e de pisciculturas do estado de São Paulo foram observados *Piscinoodinium* sp. provocando mortalidade em matrinxã (*Brycon cephalus*) e piraputanga (*B. hilarii*).



Tab. 2. Parasitas (Protozoa, Myxozoa e Microspora) encontrados em peixes examinados no rio Aquidauana (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	6	<i>Myxobolus</i> sp.	33,3	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	50	br
		<i>Trichodina</i> sp.	16,6	p
<i>P. fasciatum</i>	10	<i>Myxobolus</i> sp.	40	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	90	br
		<i>Epistylis</i> sp.	10	p
<i>P. mesopotamicus</i>	15	<i>M. colossomatis</i>	86,6	n, bu, vb,
		<i>Myxobolus cuneus</i>	20	ac, b, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	66,6	br
		<i>H. pellucida</i>	6,6	bn
		*Microsporídeo	6,6	ov
		<i>Trichodina</i> sp.	6,6	p
<i>P. lineatus</i>	16	<i>Myxobolus porofilus</i>	43,7	n, ms
		<i>Myxobolus</i> sp.	37,5	n
		<i>Henneguya caudalongula</i>	37,5	br
		<i>Trichodina</i> sp.	6,2	br, p
<i>B. bilarii</i>	19	<i>Myxobolus</i> sp.	73,6	r, b, f
		<i>Henneguya</i> sp. 1	5,2	n
		<i>Trichodina</i> sp.	15,7	p, br
<i>S. brasiliensis</i>	3	<i>Myxobolus macroplasmoidal</i>	66,6	b, f, r
		<i>Myxobolus</i> sp.	33,3	br
<i>L. macrocephalus</i>	9	<i>Henneguya leporinicola</i>	88,8	f, b, n
		<i>Trichodina</i> sp.	11,1	p
<i>Z. jahu</i>	2	<i>Myxobolus</i> sp.	50	ol, ac, ms, p

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.

* Em processo de identificação.



Tab. 3. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Miranda (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	11	<i>Myxobolus</i> sp.	27,2	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	90,9	br
		<i>Epistylis</i> sp.	9,1	p
<i>P. fasciatum</i>	11	<i>Myxobolus</i> sp.	36,3	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	100	br
<i>P. mesopotamicus</i>	25	<i>M. colossomatis</i>	72	n, bu, vb
		<i>Myxobolus cuneus</i>	56	ac, b, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	72	br
		<i>H. pellucida</i>	4	bn, ms
		<i>Trichodina</i> sp.	32	p
<i>P. lineatus</i>	21	<i>Myxobolus porofilus</i>	47,6	n, ms
		<i>Myxobolus</i> sp.	14,2	n
		<i>Henneguya caudalongula</i>	61,9	br
		<i>Cryptobia</i> sp.	9,5	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	9,5	p
<i>B. bilarii</i>	13	<i>Myxobolus</i> sp.	92,3	r, b, f
		<i>Myxobolus</i> sp. 1	7,7	br
		<i>Henneguya</i> sp.	38,4	br, n
		<i>Henneguya</i> sp. 1	15,3	n
		<i>Trichodina</i> sp.	7,7	p
		<i>Cryptobia</i> sp.	7,7	br
<i>S. brasiliensis</i>	6	<i>Myxobolus macroplasmoidal</i>	50	b, f, r
		<i>Myxobolus</i> sp.	66,6	br
		<i>Trichodina</i> sp.	33,3	p
		<i>Cryptobia</i> sp.	33,3	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	16,6	p
<i>L. macrocephalus</i>	8	<i>Henneguya leporinicola</i>	62,5	f, b, n
		<i>Trichodina</i> sp.	37,5	p, br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	25	p
<i>Z. jabu</i>	4	<i>Myxobolus</i> sp.	75	ol, ac, bu, ms, p
		<i>Henneguya</i> sp.	25	br

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



Tab. 4. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Paraguai (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	10	<i>Myxobolus</i> sp.	10	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	50	br
		<i>Trichodina</i> sp.	10	p
<i>P. fasciatum</i>	7	<i>Henneguya</i> sp.	100	br
<i>P. mesopotamicus</i>	19	<i>M. colossomatis</i>	84,2	n, bu, vb
		<i>Myxobolus cuneus</i>	26,3	ac, b, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	68,4	br
		<i>H. pellucida</i>	5,2	ms
<i>P. lineatus</i>	14	<i>Myxobolus porofilus</i>	57,1	n, ms
		<i>Myxobolus</i> sp.	7,1	n
		<i>Henneguya caudalongula</i>	64,2	br, n
		<i>Cryptobia</i> sp.	7,1	br
<i>B. bilarii</i>	2	<i>Myxobolus</i> sp.	100	r, b, f
		<i>Henneguya</i> sp. 1	50	n
<i>S. brasiliensis</i>	2	<i>Myxobolus macroplasmoidalis</i>	100	b, f, r
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	50	p
<i>Z. jabu</i>	6	<i>Myxobolus</i> sp.	50	ol, ac, bu, ms, p
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	16,6	p
		<i>Trichodina</i> sp.	50	p, br

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



Tab. 5. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados no rio Cuiabá – Parque Nacional do Pantanal – (região central do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	32	<i>Myxobolus</i> sp.	37,5	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	56,2	br
		<i>Trichodina</i> sp.	6,2	p
		<i>Cryptobia</i> sp.	3,1	br
<i>P. fasciatum</i>	31	<i>Myxobolus</i> sp.	25,8	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	83,8	br
		<i>Trichodina</i> sp.	6,4	p, br
		<i>Chilodonella</i> sp.	3,2	br
<i>P. mesopotamicus</i>	43	<i>Myxobolus colossomatis</i>	60,4	n, bu, vb
		<i>M. cuneus</i>	18,3	ac, b, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	62,7	br
		<i>H. pellucida</i>	4,5	bn, ms
		<i>Trichodina</i> sp.	11,6	p
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	4,5	p
		<i>Epistylis</i> sp.	2,3	p
<i>P. lineatus</i>	47	<i>Myxobolus porofilus</i>	19,1	n, ms
		<i>Myxobolus</i> sp.	4,2	n
		<i>Henneguya caudalongula</i>	53,2	br, n
		<i>Cryptobia</i> sp.	12,7	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10,6	p
		<i>Trichodina</i> sp.	27,6	p, br
		<i>Chilodonella</i> sp.	17	br
<i>B. bilarii</i>	46	<i>Myxobolus</i> sp.	30,4	r, b, f
		<i>Myxobolus</i> sp. 1	47,8	br
		<i>Myxobolus</i> sp. 2	36,9	b, n
		<i>Henneguya</i> sp.	10,8	br, n
		<i>Henneguya</i> sp. 1	8,7	n
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	8,7	p
		<i>richodina</i> sp.	10,8	br, p
		<i>Cryptobia</i> sp.	10,8	br

(continua...)

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



Tab. 5. (continuação)

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>S. brasiliensis</i>	51	<i>Myxobolus macroplasmoidialis</i>	23,5	b, f, r
		<i>Myxobolus</i> sp.	25,4	br
		<i>Myxobolus</i> sp. 1	27,4	b, f, r, ms
		<i>Piscinoodinium</i> sp.	1,9	br
		<i>Epistylis</i> sp.	1,9	p
		<i>Trichodina</i> sp.	19,6	p, br
		<i>Cryptobia</i> sp.	27,4	br
<i>L. macrocephalus</i>	21	<i>Henneguya leporinicola</i>	71,4	f, b, n
		<i>Myxobolus</i> sp.	4,7	br
		<i>Trichodina</i> sp.	38,1	p, br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	4,7	p
		<i>Piscinoodinium</i> sp.	4,7	br
<i>Z. jabu</i>	22	<i>Myxobolus</i> sp.	81,8	ol, ac, bu, ms, p
		<i>Henneguya</i> sp.	13,6	br
		<i>Cryptobia</i> sp.	13,6	br
		<i>Epistylis</i> sp.	4,5	p
<i>H. platyrhynchus</i>	3	<i>Myxobolus</i> sp.	33,3	r
		<i>Henneguya</i> sp.	33,3	br

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



Tab. 6. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes do rio Cuiabazinho, no município de Nobres (região norte do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	4	<i>Myxobolus</i> sp.	25	ac
		<i>Henneguya</i> sp.	75	br
<i>P. mesopotamicus</i>	24	<i>Myxobolus colossomatis</i>	66,6	n, bu, vb
		<i>M. cuneus</i>	37,5	ac, b, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	70,8	br
		<i>H. pellucida</i>	4,1	bn
		<i>Henneguya</i> sp.	4,1	ms
		<i>Trichodina</i> sp.	8,3	p, br
		<i>Epistylis</i> sp.	4,1	p
		<i>Chilodonella</i> sp.	4,1	br
<i>P. lineatus</i>	66	<i>Myxobolus porofilus</i>	15,1	n, ms
		<i>Myxobolus</i> sp.	12,1	n
		<i>Henneguya caudalongula</i>	50	br, n
		<i>Cryptobia</i> sp.	19,6	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	1,5	p
		<i>Trichodina</i> sp.	12,1	p, br
		<i>Chilodonella</i> sp.	3	br
<i>B. bilarii</i>	30	<i>Myxobolus</i> sp.	46,6	r, b, f
		<i>Myxobolus</i> sp. 1	70	br
		<i>Myxobolus</i> sp. 2	16,6	b, n
		<i>Henneguya</i> sp.	16,6	br, n
		<i>Henneguya</i> sp. 1	6,6	n
		<i>Trichodina</i> sp.	13,3	p, br
		<i>Cryptobia</i> sp.	3,3	br
<i>S. brasiliensis</i>	13	<i>Myxobolus macroplasmoidal</i>	30,7	b, f, r
		<i>Myxobolus</i> sp.	23	br
		<i>Myxobolus</i> sp. 1	38,4	b, f, r, ms
		<i>Trichodina</i> sp.	15,3	p
<i>L. macrocephalus</i>	10	<i>Henneguya leporinicola</i>	80	f, b, n
<i>Z. jabu</i>	16	<i>Myxobolus</i> sp.	87,5	ol, ac, bu, ms, p
		<i>Henneguya</i> sp.	37,5	br
		<i>I. multifiliis</i>	25	p
		<i>Trichodina</i> sp.	6,2	p
<i>H. platyrhynchus</i>	5	<i>Myxobolus</i> sp. 1	20	br

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



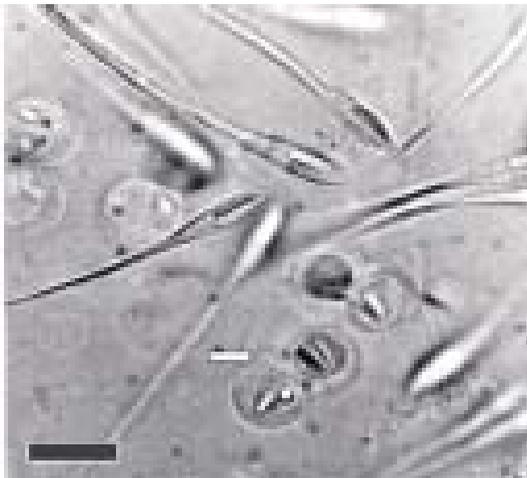


Fig. 13. Esporos de *Henneguya piaractus*. Microscopia de luz. Esporos em desenvolvimento (seta). Barra = 10 μ m.

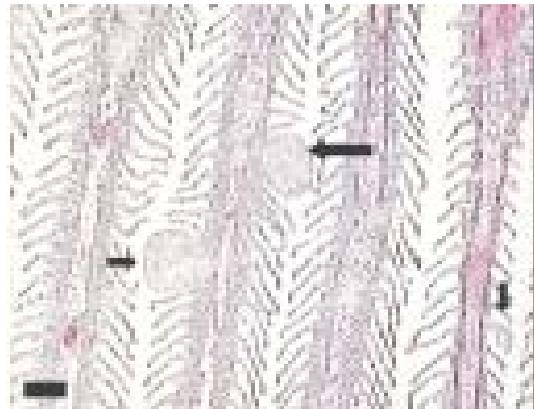


Fig. 14. *Henneguya piaractus* em corte histológico de brânquias de pacu. Observe que os cistos são intralamelares. Ocorre a deformação lamelar, mas não há proliferação de células epiteliais. Barra = 500 μ m.



Fig. 15. Esporo de *Henneguya piaractus* parasita de brânquias de pacu. Microscopia eletrônica de varredura.

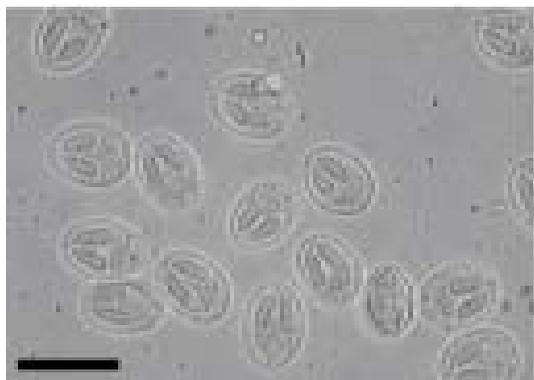


Fig. 16. Esporos de *Myxobolus colossomatis* parasita de pacu. Barra = 10 μ m.



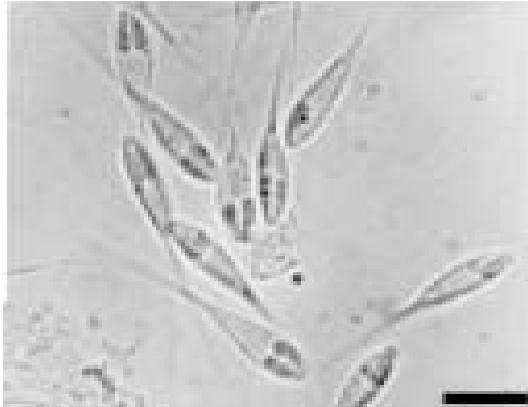


Fig. 17. Esporos de *Henneguya pellucida* parasita de pacu. Barra = 10 μ m.

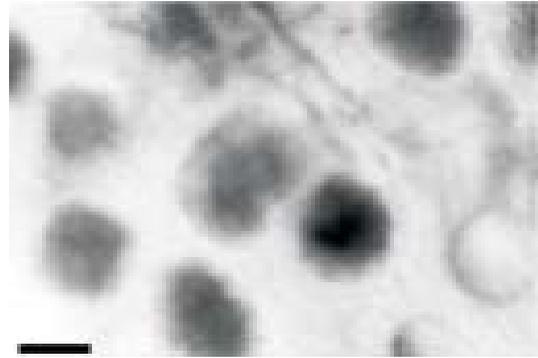


Fig. 18. Cistos de *Myxobolus cuneus* na bexiga urinária de pacu. Barra = 100 μ m.

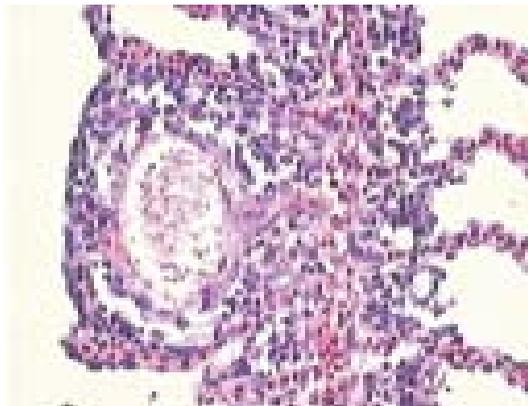


Fig. 19. *Henneguya caudalongula* em corte histológico de brânquia de curimatá. Cisto com desenvolvimento interlamelar. Note a deformação das lamelas vizinhas e proliferação de células epiteliais ao redor. Barra = 100 μ m.



Fig. 20. Esporos de *Myxobolus* sp. parasita de curimatá.



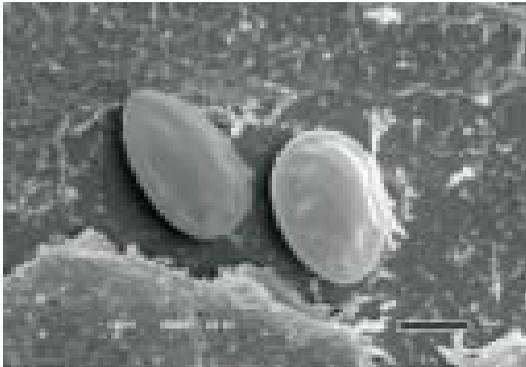


Fig. 21. Esporos de *Myxobolus* sp. formando cistos nas nadadeiras de curimatá. Microscopia eletrônica de varredura. Barra = 5 μ m.

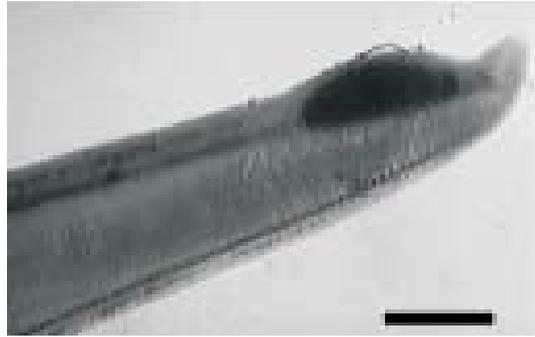


Fig. 22. Cisto de *Myxobolus* sp. parasita de filamento branquial de dourado. Barra = 2 mm.

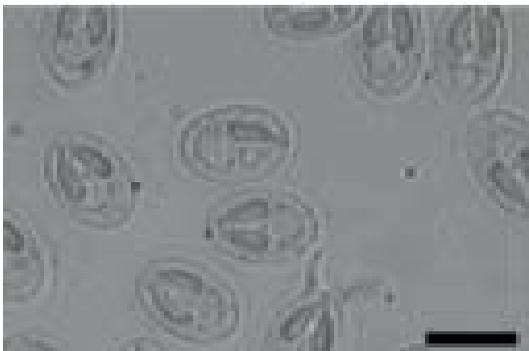


Fig. 23. Esporos de *Myxobolus* sp. parasita de filamento branquial de dourado. Barra = 10 μ m.



Fig. 24. Esporos de *Henneguya* sp. parasita do baço de piaussu. Barra = 10 μ m.





Fig. 25. *Henneguya* sp. parasita das brânquias de pintado e cachara. Barra = 10 μ m.

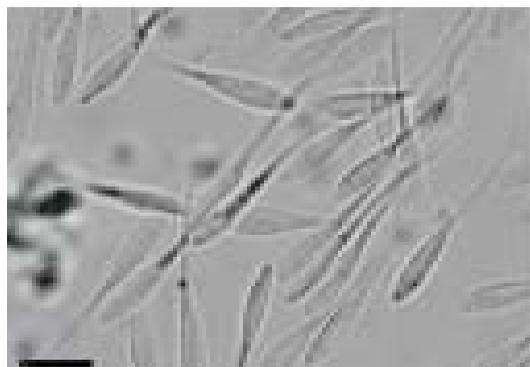


Fig. 26. *Henneguya* sp. parasita do filamento branquial de pintado e cachara. Barra = 10 μ m.

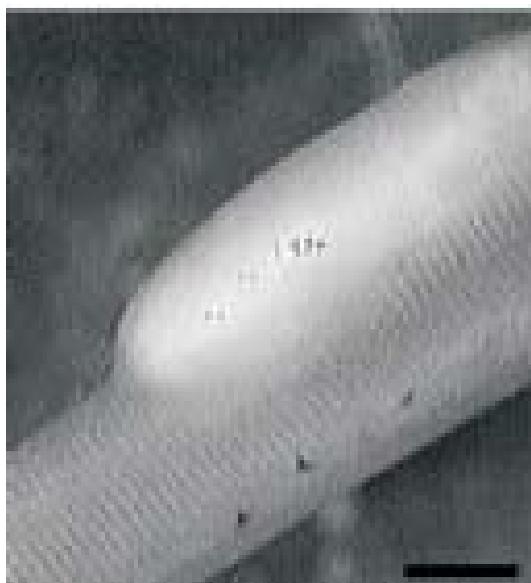


Fig. 27. Cisto de *Henneguya* sp. parasita de filamento branquial de pintado. Barra = 5 mm.

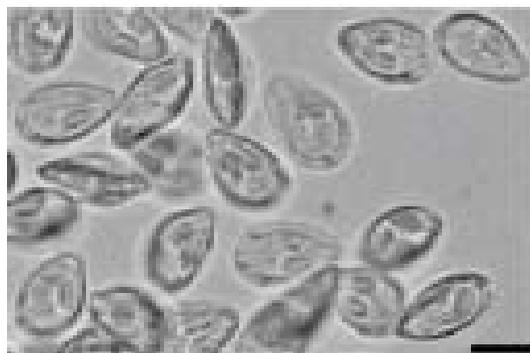


Fig. 28. *Myxobolus* sp. parasita de jaú. Barra = 5 μ m.



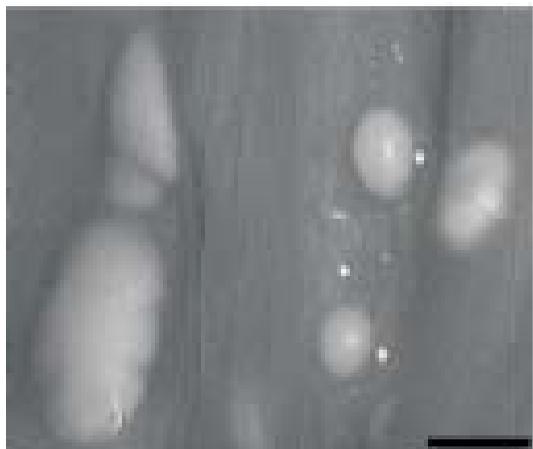


Fig. 29. Cistos de *Myxobolus* sp. na face interna do opérculo de jaú. Barra = 3 mm.

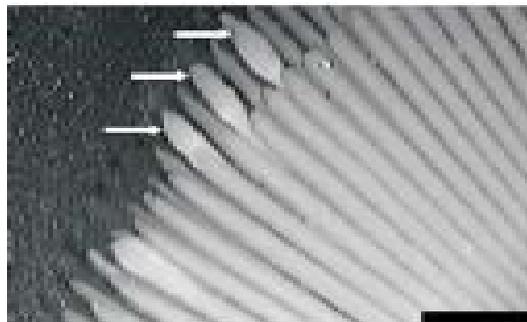


Fig. 30. Cistos de *Myxobolus* sp. no filamento branquial de piraputanga. Barra = 1 mm.

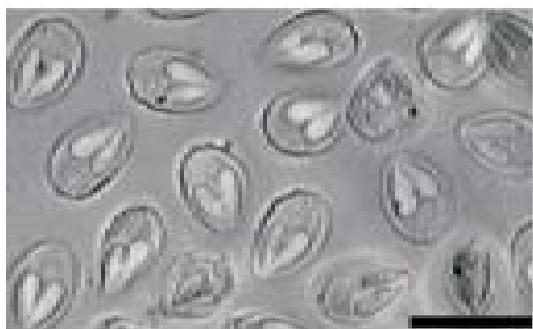


Fig. 31. *Myxobolus* sp. parasita de filamento branquial de piraputanga. Barra = 10 μ m.

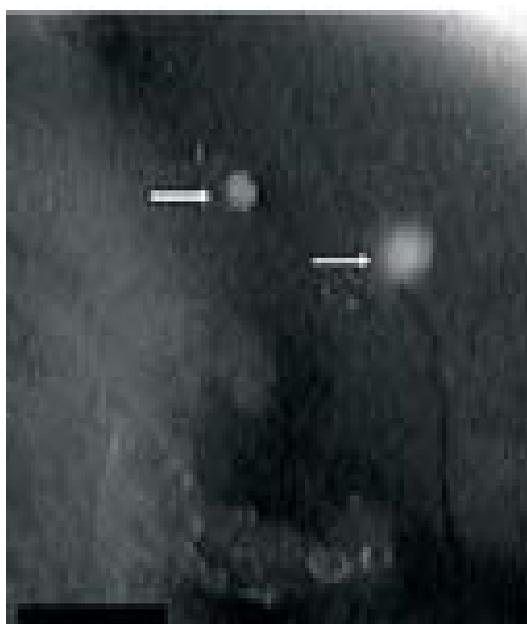


Fig. 32. Cistos de *Myxobolus* sp. parasita do baço e rim de piraputanga. Barra = 1 mm.





Fig. 33. Esporos de *Myxobolus* sp. parasita de baço e rim de piraputanga. Barra = 10 μ m.



Fig. 34. Ciliado gênero *Trichodina* parasita de brânquias e pele de piaussu do Pantanal Mato-Grossense.



Fig. 35. Cistos de microsporídeo infectando ovário de pacu. Barra = 3 mm.



Fig. 36. Esporos de microsporídeo parasita de ovário de pacu. Barra = 10 μ m.



3.1.2. Helmintologia

O número de peixes examinados em cada local de coleta, a prevalência e os sítios de infecção dos helmintos encontrados infectando cada espécie de peixe estão relacionados nas Tabelas 7 a 11.

Tab. 7. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Aquidauana (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiros	N	Espécies de Parasitas	Prevalência (%)	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	6	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	83,3	Cav. peritonial
		Cestoda		
		<i>Spasskyellina spirulifera</i>	50,0	Intestino
<i>P. fasciatum</i>	12	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	100	Cav. peritonial
		Cestoda		
		<i>Choanoscolex abscissus</i>	41,6	Intestino
		<i>Spasskyellina spirulifera</i>	30,0	Intestino
<i>P. mesopotamicus</i>	23	Nematoda		
		<i>Rondonia rondoni</i>	100	Intestino
		<i>Spectatus spectatus</i>	47,8	Intestino
		Digenea		
		<i>Dadaytrema oxycephala</i>	69,5	Intestino
<i>P. lineatus</i>	23	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	4,3	Intestino
		<i>Spinitectus asperus</i>	13,0	Intestino
		Acanthocephala		
		<i>Neoechinorhynchus curemai</i>	30,4	Cecos pilóricos
<i>B. bilarii</i>	8	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	12,5	Intestino
		<i>Cucullanus</i> sp.	37,5	Intestino
		<i>Eustrongylides</i> sp.	25,0	Cav. peritonial
<i>L. friderici</i>	8	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	62,5	Intestino
<i>L. macrocephalus</i>	7	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	28,6	Intestino
<i>S. brasiliensis</i>	6	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp.	33,3	Cav. peritonial



Tab. 8. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Miranda (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiros	N	Espécies de parasitas	Prevalência (%)	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	12	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	91,7	Cav. peritonal
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	8,3	Intestino
		Cestoda		
<i>P. fasciatum</i>	11	<i>Spasskyellina spirulifera</i>	8,3	Intestino
		Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	72,7	Cav. peritonal
		Cestoda		
<i>P. mesopotamicus</i>	31	<i>Choanoscolex abscissus</i>	27,3	Intestino
		<i>Nomimoscolex sudobim</i>	27,3	Intestino
		<i>Peltidocotyle rugosa</i>	18,2	Intestino
		Nematoda		
		<i>Rondonia rondoni</i>	100	Intestino
<i>P. lineatus</i>	23	<i>Spectatus spectatus</i>	35,5	Intestino
		Digenea		
		<i>Dadaytrema oxycephala</i>	45,2	Intestino
		<i>Travassosinia</i> sp.	9,7	Intestino
		Nematoda		
<i>Z. jabu</i>	5	<i>Spinitectus asperus</i>	4,4	Intestino
		Acanthocephala		
		<i>Neoechinorhynchus curemai</i>	13,0	Intestino
<i>S. brasiliensis</i>	6	Cestoda		
		<i>Chambriella agostinhoi</i>	60,0	Intestino
		<i>Choanoscolex abscissus</i>	60,0	Intestino
<i>P. maculatus</i>	10	<i>Peltidocotyle rugosa</i>	40,0	Intestino
		Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	40,0	Intestino
<i>B. bilarii</i>	7	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	14,3	Intestino
<i>L. friderici</i>	7	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	42,8	Intestino
<i>L. macrocephalus</i>	4	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	25,0	Intestino



Tab. 9. Parasitas (helmitos) encontrados em peixes do rio Paraguai (região sul do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiros	N	Espécies de parasitas	Prevalência (%)	Sítio de Infecção
<i>P. corruscans</i>	17	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	70,6	Cav. peritonial
		Cestoda		
		<i>Choanoscolex abscissus</i>	23,5	Intestino
		<i>Spasskyelina spinulifera</i>	41,2	Intestino
<i>P. fasciatum</i>	12	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	75,0	Cav. peritonial
		Cestoda		
		<i>Choanoscolex abscissus</i>	25,0	Intestino
		<i>Nomimoscolex sudobim</i>	58,3	Intestino
<i>P. mesopotamicus</i>	37	Nematoda		
		<i>Spectatus spectatus</i>	24,3	Intestino
		<i>Rondonia rondoni</i>	100	Intestino
		Digenea		
		<i>Dadaytrema oxycephala</i>	75,7	Intestino
		<i>Pseudoparabaris parabaris</i>	8,1	Intestino
<i>P. lineatus</i>	18	Nematoda		
		<i>Spinitectus asperus</i>	38,9	Intestino
		Acanthocephala		
		<i>Neoechinorhynchus curemai</i>	38,9	Intestino
<i>B. bilarii</i>	3	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	33,3	Intestino
<i>Z. jahu</i>	9	Cestoda		
		<i>Chambriella agostinboi</i>	33,3	Intestino
		<i>Choanoscolex abscissus</i>	33,3	Intestino
		<i>Pelidocotyle rugosa</i>	33,3	Intestino
<i>S. brasiliensis</i>	5	Nematoda		
		<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	60,0	Intestino



Tab. 10. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes do rio Cuiabá – Parque Nacional do Pantanal (região central do Pantanal Mato-Grossense).

Espécies	N	Espécies de parasitas	Prevalência (%)	Sítio de infecção
<i>P. lineatus</i>	46	Acanthocephala <i>Neoechinorhynchus curemai</i>	23,9	Cecos pilóricos
<i>S. brasiliensis</i>	52	Digenea <i>Cladocystis intestinalis</i> *Cestoda *Acanthocephala Nematoda <i>Eustrongylides</i> sp. <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> Crustacea <i>Dolops</i> sp. <i>Argulus</i> sp.	60,0 2,0 2,0 20,0 3,8 100 100	Intestino Intestino Intestino Intestino Cav. peritonal e Intestino Pele Pele
<i>Z. jabu</i>	22	Cestoda <i>Chambriella agostinhoi</i> <i>Peltidocotyle rugosa</i> Digenea <i>Diplostomum</i> sp. (metacercária) Nematoda <i>Cucullanus pauliceae</i>	68,2 68,2 54,5 18,2	Intestino Intestino Bx. natatória Intestino
<i>P. corruscans</i>	44	Nematoda <i>Eustrongylides</i> sp. Cestoda <i>Choanoscolex abscissus</i> <i>Spasskyellina spirulifera</i> Digenea <i>Diplostomum</i> sp. (metacercária) Crustacea <i>Dolops</i> sp. <i>Argulus</i> sp.	18,2 20,4 34,1 45,4 100 100	Cav. peritonal Intestino Intestino Bx. natatória Pele e Brânquia Pele e Brânquia
<i>P. mesopotamicus</i>	45	Nematoda <i>Rondonia rondoni</i> <i>Spectatus spectatus</i> Digenea <i>Dadaytrema oxycephala</i> *Acanthocephala	84,4 26,7 66,7 4,4	Intestino Intestino Intestino Intestino
				(continua...)



Tab. 10. (continuação)

Espécies	N	Espécies de parasitas	Prevalência (%)	Sítio de infecção
<i>B. bilarii</i>	40	Nematoda		
		<i>Procamallanus (S.)</i> sp.	17,5	Intestino
		<i>Rhabdochona acuminata</i>	5,0	Intestino
		*Acanthocephala	5,0	Intestino
<i>L. macrocephalus</i>	13	Nematoda		
		<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	38,5	Intestino
<i>P. fasciatum</i>	30	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp.	20,0	Cav. peritoneal
		<i>Procamallanus (S.)</i> sp.	3,3	Intestino
		Cestoda		
		<i>Nomimoscolex sudobim</i>	80,0	Intestino
		<i>Peltidocotyle rugosa</i>	80,0	Intestino
		Digenea		
		<i>Diplostomum</i> sp. (metacercária)	43,3	Bex. natatória
		Crustacea		
<i>Dolops</i> sp.	100	Pele e brânquia		
<i>Argulus</i> sp.	100	Pele e brânquia		

* Em processo de identificação



Tab. 11. Parasitas (helmintos e crustáceos) encontrados em peixes do rio Cuiabazinho (região norte do Pantanal Mato-Grossense).

Hospedeiros	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. lineatus</i>	67	Acanthocephala <i>Neoechinorhynchus curemai</i>	13,4	Cecos pilóricos
<i>S. brasiliensis</i>	13	Digenea <i>Cladocystis intestinalis</i> <i>Prosthenbystera obesa</i> Nematoda <i>Eustrongylides</i> sp. <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> Crustacea <i>Dolops</i> sp. <i>Argulus</i> sp.	38,5 7,7 7,7 15,7 75,0 75,0	Intestino Vesícula biliar Cav. peritonial Intestino Pele Pele
<i>Z. jabu</i>	16	Cestoda <i>Chambriella agostinboi</i> <i>Peltidocotyle rugosa</i> Digenea <i>Diplostomum</i> sp. (metacercária) Nematoda <i>Cucullanus pauliceae</i>	62,5 62,5 62,5 62,5	Intestino Intestino Bx. natatória Intestino
<i>P. coruscans</i>	4	Nematoda <i>Eustrongylides</i> sp. Cestoda Spasskyellina spirulifera Digenea <i>Diplostomum</i> sp. (metacercária) Crustacea <i>Dolops</i> sp. <i>Argulus</i> sp.	100 50,0 100 100 100	Cav. peritonial Intestino Bex. natatória Pele e brânquia Pele e brânquia
<i>P. mesopotamicus</i>	25	Nematoda <i>Rondonia rondoni</i> <i>Spectatus spectatus</i> Digenea <i>Dadaytrema oxycephala</i>	100 16,0 60,0	Intestino Intestino Intestino
				(continua...)



Tab. 11. (continuação)

Hospedeiros	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>B. bilarii</i>	32	Digenea		
		<i>Prosthenbystera obesa</i>	6,2	Vesícula biliar
		Nematoda		
		<i>Rhabdochona acuminata</i>	15,6	Intestino
		<i>Procamallanus (S.) sp.</i>	25,0	Intestino
		*Acanthocephala	3,1	Intestino
<i>L. macrocephalus</i>	1	Nematoda		
		<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	100	Intestino

3.1.2.1. Digenea

São platelmintos que freqüentemente parasitam os peixes. Existem numerosas espécies para hospedeiros marinhos e de água doce. O ciclo de vida dos Digenea é muito complexo e variável entre as diferentes espécies, existindo várias gerações larvais das quais algumas se reproduzem assexuadamente, sendo sempre um ciclo que envolve vários hospedeiros, geralmente mais de dois. O significado patogênico dos Digenea é mais pronunciado nas infecções por metacercárias (uma das formas larvares) do que por adultos. Estes parecem não ter, de um modo geral, uma importância patogênica considerável, com exceção dos parasitas sanguíneos (Eiras, 1994).

Família: Angiodictyidae Looss, 1902

Subfamília: Denticaudinae Yamaguti, 1958

Gênero: *Pseudoparabaris* Yamaguti, 1958.

Espécie: *Pseudoparabaris parabaris* (Travassos, 1922).

Diagnose: Corpo largo e chato, terminando posteriormente por 2 ou 4 processos separados por uma depressão mediana. Ventosa oral sem divertículos. Faringe e esôfago presentes. Cecos intestinais de largura média, terminando perto da extremidade posterior do corpo. Poro genital mediano e bifurcal. Bolsa do cerro ausente, vesícula seminal longa. Testículos lobados, subequatoriais, com campos coincidentes e zonas afastadas. Ovário pós-testicular. Canal de Laurer presente. Útero inter e extracecal, pós e pré-ovariano, vitelinos extra e intercecais, obliqua-



mente situados em relação ao eixo longitudinal do corpo; anteriormente não ultrapassam a zona cecal (Travassos et al., 1969; Thatcher, 1991).

Localização: Intestino.

Família: Paramphistomidae Fiscoecter, 1901.

Subfamília: Schzamphistominae Looss, 1912.

Gênero: *Dadaytrema* Travassos, 1931, Thatcher, 1979.

Espécie: *Dadaytrema oxycephala* Diesing, 1836, Travassos 1931, Thatcher 1979 (Fig. 37).



Fig. 37. *Dadaytrema oxycephala*. Adulto (100X).

Diagnose: Corpos alongados, cilíndricos, ventosa oral com divertículos pequenos. Acetábulo forte, terminal. Esôfago com faringe. Cecos intestinais sinuo-



so, terminando antes da zona acetabular. Poro genital sem ventosa, mediano e bifurcal. Bolsa do cirro presente. Testículos profundamente lobados, pré-equatoriais; intercecais invadindo as áreas cecais; têm campos coincidentes e zonas em contato. Ovário pós-equatorial, canal de Laurer presente. Vitelinos extracecais, pós-equatoriais e pós-testiculares. Útero intercecal, dorsal pós e pré-ovariano. Poro excretor pós-equatorial (Travassos et al., 1969; Thatcher, 1991).

Localização: Intestino.

Gênero: *Travassosinia* Vaz, 1932.

Espécie: *Travassosinia dilatada* (Daday, 1907) Vaz, 1932.

Diagnose: Corpo espesso, subglobular, ventosa oral com divertículos muito reduzidos. Acetábulo largo, subterminal, esôfago com faringe. Cecos intestinais sinuosos, atingindo a zona acetabular. Poro genital sem ventosa, mediano, bifurcal. Testículos profundamente lobados, equatoriais transversais e intercecais invadindo as áreas cecais, tem campos coincidentes e zonas em contato. Ovário pós-testicular, vitelinos cecais, extra e intercecais, estendendo-se da zona do testículo posterior ao fim da zona cecal. Útero dorsal, com alças inter e extracecais, dispostas da zona ovariana à zona bifurcal (Travassos, et al., 1969; Thatcher, 1991).

Família: Diplostomidae Poirier, 1886.

Gênero: *Diplostomum* Nordmann, 1832.

Espécie: *Diplostomum compactum* (metacercárias) (Fig. 38).



Fig. 38. *Diplostomum compactum*.



Diagnose: Corpo oval ou elíptico; porção posterior pouco desenvolvida e contínua ao corpo, com 1,65 mm (1,38 mm - 1,92 mm) de comprimento total, 814,3 μ m (680 μ m - 1000 μ m) de largura. Ventosa oral subterminal com 113,4 μ m (88,6 μ m - 129 μ m) de comprimento e 98,3 μ m (88,6 μ m - 137,0 μ m) de largura, ladeada por duas ventosas acessórias com 114,4 μ m (88,6 μ m - 145,0 μ m) de profundidade, pré-faringe presente; faringe com 77,4 μ m (68,0 μ m - 92,0 μ m) de comprimento e 46,28 μ m (40 μ m - 56 μ m) de largura; esôfago presente, cecos intestinais estendendo-se posteriormente até a região dos primórdios genitais. Acetábulo redondo e, na linha mediana do corpo, anterior ao órgão tribocítico, com 114 μ m (96,7 μ m - 129 μ m) de comprimento e 120,3 μ m (96,7 μ m - 129 μ m) de largura. Vesícula excretora em forma de W, bem visível quando cheia (Amato et al., 2001).

Localização: Metacercárias encistadas nos olhos e cérebros e, quando livres, encontradas nos rins, cavidade peritoneal.

Família: Callodistomidae Poche, 1926.

Gênero: *Prosthenhystera* Travassos, 1920.

Espécie: *Prosthenhystera obesa* (Diesing, 1850) Travassos, 1920 (Fig. 39).



Fig. 39. *Prosthenhystera obesa*.

Diagnose: Corpo elipsóide chato com 14 mm x 8 mm. Ventosa oral subterminal, com 1 mm a 1,2 mm de diâmetro. Acetábulo pré-equatorial, com 0,95 mm a 1,3 mm de diâmetro. Faringe com 0,34 mm de diâmetro. Esôfago delgado, com 1,3 mm de comprimento. Cecos intestinais estreitos, pouco sinuo-



tos, mais largos que o esôfago, até a zona acetabular e, daí para trás, mais estreitos. Poro genital mediano, logo abaixo da bifurcação do esôfago. Bolsa do cirro elipsóide. Testículos relativamente pequenos, redondos, equatoriais intercecais e, às vezes, parcialmente nas áreas cecais; tem zonas coincidentes e campos afastados. Ovário redondo e pré-testicular. Útero muito desenvolvido ocupando toda a porção pós-acetabular do corpo. Ovos com 0,063 mm a 0,070 mm x 0,035 mm a 0,049 mm (Travassos et al., 1969).

Localização: Vesícula biliar de peixes.

3.1.2.2. Nematoda

Nos peixes estes parasitas são extremamente freqüentes. São animais tipicamente alongados, com corpo cilíndrico, não segmentados, mais ou menos afilado nas extremidades e cobertos por uma cutícula. O ciclo de vida dos nematóides parasitas de peixes é complexo com muitas variáveis. A patogenia é, de um modo geral, pouco significativa. Em alguns casos podem interferir na reprodução do hospedeiro por castração parasitária parcial ou total; em outros, estariam associados com mortalidades do hospedeiro (Paperna, 1974; Eiras, 1994).

Superfamília: Cosmoceicoidea.

Família: Kathlamidae Travassos, 1918.

Gênero: *Spectatus* Travassos, 1923.

Espécie: *Spectatus spectatus* Travassos, 1923 (Fig. 40).

Diagnose: Boca com seis lábios, cada um com uma papila. Apresenta um pequeno vestíbulo. Esôfago com bulbo posterior contendo aparelho valvular. Poro excretor anterior ao bulbo esofágico. Machos com cauda cônica, afilada. Espícula subiguais similares falciformes. Ventosa pré-anal, com anel espessado; cinco pares de papilas pré-anais, três pares de ad-anais e três pós-anais. Fêmea com cauda cônica, geralmente curvada dorsalmente. Vulva mediana; ovejetero muito longo. Prodelfa, ovos alongados, de casca espessa. Parasitas intestinais de peixes (Vicente et al., 1985).

Localização: Intestino.



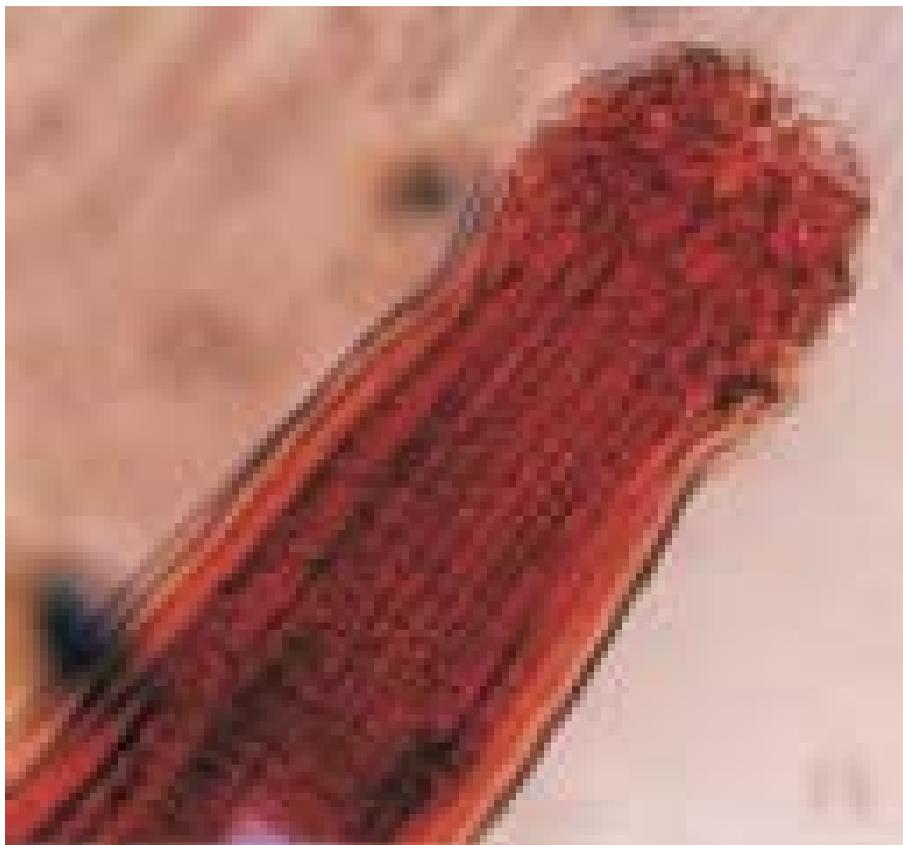


Fig. 40. Extremidade anterior de *Spectatus spectatus*.(100X).

Família: Atractidae.

Gênero: *Rondonia* Travassos, 1919.

Espécie: *Rondonia rondoni* Travassos, 1919 (Fig. 41).

Diagnose: Cutícula estriada transversalmente, extremidade anterior truncada e a posterior subulada, esôfago constituído por corpus, istmo e bulbo com válvulas, poro excretor um pouco abaixo do bulbo, machos com espículas desiguais e com gubernáculo; fêmeas com abertura genital situada numa cloaca anogenital, um só útero dirigido de trás para diante. Ovário formado por pequeno número de células. Vivíparas.(Vicente et al., 1985).

Localização: Intestino.



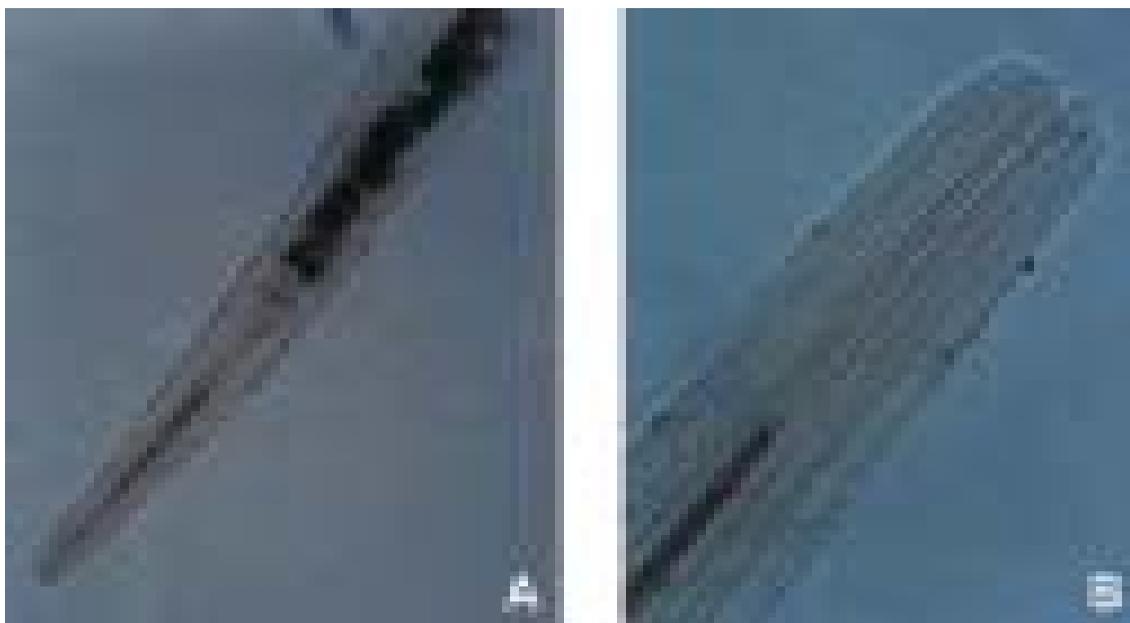


Fig. 41. Extremidade anterior de *Rondonia rondoni* (100x A; 400x B)

Superfamília: Dioctophymatoidea Railliet, 1916.

Família: Dioctophymatidae Railliet, 1915.

Gênero: *Eustrongylides* Jaegerskiold, 1909.

Diagnose: Cutícula estriada, sem espinhos; boca simples, com 12 ou 18 papilas arranjadas em dois círculos (sempre duas laterais e quatro submedianas em cada círculo), esôfago longo; machos com bolsa copuladora campanuliforme e sem raios; com um espículo longo; fêmeas com extremidade posterior truncada; ânus terminal, vulva próxima ao ânus, ovos com casca espessa. Adultos parasitando glândulas e moela de aves aquáticas. Nos peixes são encontradas larvas e formas jovens (Vicente et al., 1985).

Superfamília: Sopiruroidea Railliet & Henry, 1915.

Família: Camallanidae Railliet & Henry, 1915.

Gênero: *Procamallanus* Baylis, 1923 (Fig.42).

Diagnose: Cápsula bucal contínua e não separada em válvulas laterais pareadas. As paredes da cápsula podem ser lisas ou providas de espessamentos espiralados. Tridentes ausentes. Esôfago dividido em uma porção anterior muscular e uma porção maior, posterior, glandular. Machos de cauda cônica. Asa caudal presente, unindo-se frontalmente, com três a nove papilas pós-anais. Papilas meno-



res adicionais podem estar presentes. Espículos desiguais. Fêmeas com extremidades posteriores cônicas, terminando em três processos muito curtos e truncados. Vulva na porção mediana do corpo. Vivíparas (Vicente et al., 1985).

Localização: Intestino.



Fig. 42. Extremidade anterior de *Procamlanus* sp. (100X).



Família: Cucullanidae Cobbold,1864.

Gênero: *Cucullanus* Tornquist, 1931 (Fig. 43).



Fig. 43. *Cucullanus* sp.

Diagnose: Corpo delgado, praticamente não achatado na extremidade anterior, sem margem cuticular. Boca que abre-se para adiante, provida de uma curta prega cuticular transversal. Cápsula bucal formada pela dilatação da extremidade anterior do esôfago, com placa cuticular quadrangular, ventral. Ceco intestinal único, ventral. Machos com cauda afilada; ventosa pré-anal presente, sem anel espessado; asa caudal ausente; vários pares de papilas caudais, das quais três pré-anais. Próximo à abertura ano-genital estão três ou quatro pares de papilas subventrais e um par de laterais. Próxima à extremidade caudal estão algumas pequenas papilas. Espículos iguais. Gubernáculo presente. Fêmeas com cauda afilada, com um par de papilas laterais em sua porção mediana; vulva situada logo após a metade do corpo; didelfas, anfidelfas. Ovos moderadamente grandes. Parasitas de teleósteos.

Família: Rhabdochonidae Skrjabin, 1946.

Gênero: *Rhabdochona* Railliet, 1916.

Diagnose: Cabeça e corpos lisos; boca com dois lábios. Cápsula bucal anteriormente em forma de funil e provida, nesta região, com costelas longitudinais, terminando anteriormente em dentes pontiagudos. Esôfago de comprimento médio, constituído de duas partes distintas. Machos com cauda cônica, subulada,



curvada ventralmente. Asa caudal estreita. Numerosas papilas simples, pré-anais e três a seis pares de papilas pós-anais. Espículos desiguais. Fêmeas com cauda reta e alongada. Vulva na região mediana do corpo. Ramos uterinos opostos. Ovíparos. Parasitas do intestino de peixes de água doce (Vicente et al., 1985).

Superfamília: Gnathostomatidae Railliet, 1985.

Família: Rhabdochonidae Skrjabin, 1946.

Gênero: *Spinitectus* Fourment, 1983.

Espécie: *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Fig. 44).



Fig. 44. *Spinitectus asperus*: (A) extremidade anterior, (B) extremidade posterior (100X).

Diagnose: Cutícula provida de uma série de anéis transversais í margem dos quais estão ligados e dirigidos para trás espinhos que diminuem em número e tamanho posteriormente. Boca com lábios indistintos; cavidade bucal cilíndrica ou em forma de funil. Esôfago consistindo de parte muscular anterior e posterior glandular. Machos com cauda espiralada; asa caudal estreita, algumas com crista denticulada diante da cloaca; papilas pré e pós-anais presentes (10 a 15 pares); espículos muito desiguais e dissemelhantes. Fêmeas com vulva situada na metade da região posterior do corpo; ovos pequenos, elipsóides, casca espessa, algumas vezes com espessamentos polares sustentando longos filamentos. Parasitas do estômago e intestino de peixes e anfíbios (Vicente et al., 1985).



3.1.2.3. Acanthocephala

São pequenos invertebrados exclusivamente parasitas do intestino de vertebrados, pseudocelomados, de simetria bilateral e corpo geralmente cilíndrico. São parasitas freqüentes de peixes. O ciclo de vida compreende um artrópode como hospedeiro intermediário (isópodes e anfípodes) e um vertebrado como hospedeiro definitivo. Quanto à patogenicidade devido à penetração da probóscide, podem ocorrer lesões de gravidade variável de acordo com o tipo de tecido lesionado. Assim, foram encontrados em tecido adiposo, linfático, em testículos e ovários, causando danos limitados, por exemplo, ao órgão reprodutor e efeitos desconhecidos quanto à capacidade reprodutora do hospedeiro (McDonough & Gleason, 1981; Eiras, 1994).

3.1.2.4. Cestoda

São endoparasitas, de corpo alongado, em forma de fita, sem boca e tubo digestivo, tendo órgãos de fixação apenas na extremidade anterior. Quando parasitam peixes, estes podem ser seguidos de hospedeiros intermediários, hospedeiros definitivos ou hospedeiros paratênicos. O ciclo de vida pode ser simples ou complexo, nos quais os peixes podem representar vários tipos de hospedeiros. Sua patogenicidade é variável, podendo ser causada por formas larvares e adultas, sendo que estas podem verificar-se em vários níveis. Uma oclusão substancial do intestino, que se verifica freqüentemente quando a intensidade da parasitose é elevada, pode resultar numa nutrição inadequada do hospedeiro por restrição de passagem de alimento. Pode também ocorrer a absorção de quantidades significativas de nutrientes que estariam disponíveis para o hospedeiro. Essa parasitose poderia também provocar diminuição do peso do corpo e redução da taxa de crescimento, menor resistência às características ambientais, influenciando a capacidade migratória dos hospedeiros (Boyce & Yamada, 1977; Boyce & Clarke, 1983; Garnick & Margolis, 1990; Eiras et al., 1987; Eiras, 1994).



Ordem: Proteocephalidea Mola, 1928.

Espécie: *Nomomiscolex sudobim* Woodland, 1935 (Fig. 45).

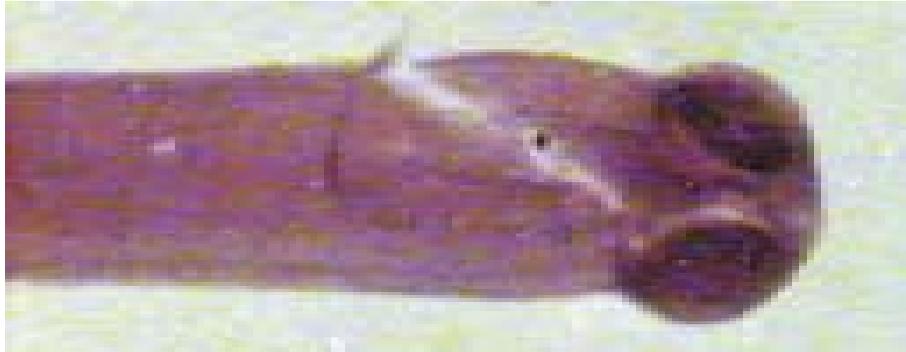


Fig. 45. *Nomomiscolex sudobim* destacando o escólex.

Diagnose: Corpo 53 mm x 12 mm. Escólex muito pequeno 0,116 mm - 0,149 mm x 0,199 mm. Ventosa lateral alongada 0,172 mm x 0,08 mm; com minúsculos espinhos em sua borda (referido por Pavanelli & Rego, 1992), mas não foi descrito por Wooland (1935 a). Sulcos transversais nos segmentos. Proglotes grávidos alongados. Alto número de testículos (200-250). Cirrus em forma de bolsa larga 0,43 mm. Ovários maciços bilobados. Numerosos divertículos uterinos. Vitelaria em forma crescente (Rego et al., 1999).

Espécie: *Chambriella agostinhoi* (Pavanelli & Santos, 1992) (Fig. 46).



Fig. 46. *Chambriella agostinhoi* destacando o escólex.



Diagnose: Corpo 8 mm – 33 mm x 1,15 mm. Escólex quadrilobado 0,6 mm x 1,10 mm, com dobras ou sulcos. Ventosas biloculadas com cavidades desiguais. Segmentos quadrados. Músculos longitudinais inspículos. Poro genital anterior. Cirrus em forma de saco largo. Número de testículos 180-200. Ovários bilobados. Poucos divertículos uterinos desenvolvidos (Pavanelli & Santos 1992).

Espécie: *Spasskyellina spinulifera* (Woodland, 1935) Freze, 1965 (Fig. 47).



Fig. 47. *Spasskyellina spinulifera* destacando o escólex.

Diagnose: Corpo 25 mm x 0,59 mm. Escólex circular 0,26 mm - 0,49 mm x 0,21 mm - 0,28 mm. Ventosas 0,18 mm - 0,24 mm com 12-16 fileiras de espinhos ao redor da margem. Estróbilo delgado com numerosos segmentos mais largos do que compridos. Número de testículos 60-80. Cirrus em forma de saco relativamente largo. Vitelária no córtex ventral, com poucos folículos.



Espécie: *Peltidocotyle rugosa* (Diesing, 1850) Woodland, 1934 (Fig. 48).



Fig. 48. *Peltidocotyle rugosa* destacando o escólex.

Diagnose: Escólex 2,15 mm x 2,74 mm. Ventosas 0,470 mm x 0,274 mm. Estróbilo 27 mm - 43 mm x 2,94 mm. Segmentos mais largos que longos. Número de testículos 300. Útero com poucos divertículos (Rego & Pavanelli, 1987).

Espécie: *Jauella glandicephalus* Rego & Pavanelli, 1985 (Fig. 49).

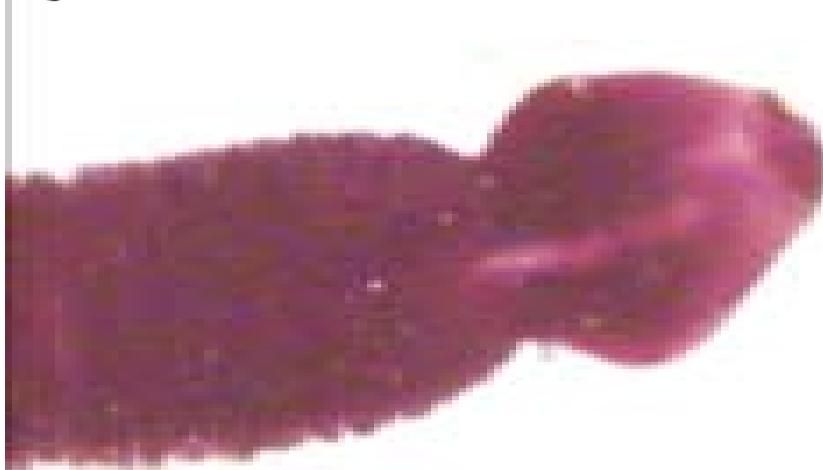


Fig. 49. *Jauella glandicephalus* destacando o escólex.



Diagnose: Estróbilo 22 mm - 32 mm x 3,30 mm. Escólex e metaescólex 0,48 mm x 0,90 mm, variáveis no tamanho dependendo do estado de concentração. Ventosas 0,315 mm x 0,270 mm. Possui cerca de 100 segmentos, proglotes maduras mais largas que longas, proglotes grávidas mais longas que largas. Musculatura longitudinal bem desenvolvida. Poros genitais unilaterais. Com cerca de 500 testículos. Ovários cortados em tiras no tecido. Útero com 6 a 8 divertículos (Rego & Pavanelli, 1985).

Espécie: *Choanoscolex abscissus* (Riggenbach, 1895) La Rue, 1911.

Diagnose: Estróbilo possui duas formas: forma maior 41 mm x 0,538 mm e forma menor 15 mm x 0,280 mm. Cerca de noventa segmentos mais longos que largos. Escólex de tamanho variável 0,28 mm x 0,357 mm a 0,514 mm x 0,526 mm. Ventosas 0,21 mm x 0,14 mm a 0,303 x 0,164 mm. Número de testículos 100-200. Útero com 30 divertículos (Rego & Pavanelli, 1990).

3.1.3. Crustacea

Entre diversos grupos de animais que parasitam peixes de água doce, os crustáceos, segundo Pavanelli et al. (1998), podem ser considerados como um dos que ocasionam maiores prejuízos aos peixes em cativeiro. Além de possuírem um grande número de espécies parasitas – cerca de 3.000 conhecidas – os crustáceos chamam a atenção por serem quase sempre visíveis de imediato e apresentarem ampla variação no tamanho e na forma. Sua ação sobre os peixes pode ser direta, sendo responsáveis por grandes mortalidades, ao mesmo tempo em que podem funcionar, em alguns casos, como vetores de doenças causadas por vírus. Ainda, segundo alguns autores, podem ser hospedeiros definitivos de hemoparasitas dos peixes.

Além disso, em determinadas circunstâncias, formas livres podem ser prejudiciais especialmente para exemplares de menores dimensões.

Nesse trabalho, foi observada a presença de *Argulus* sp. e *Dolops* sp. parasitando o dourado, o pintado e a cachara (Tabelas 10 e 11).

3.1.4. Relação parasito x meio ambiente

Alguns parasitas de peixes podem ser utilizados como indicadores da qualidade e saúde ambiental, ou fazerem parte de uma complexa cadeia de relações entre os hospedeiros intermediários e paratênicos, geralmente pequenos e delicados e que variam seus níveis populacionais conforme o tipo de poluente, refletindo em alterações do parasitismo em peixes. A escolha de um peixe, como indicador, é fator fundamental para a correta utilização dessa ferramenta de análise ambiental (Madi, 2005).



O grau de diversidade biológica é freqüentemente utilizado como indicador da saúde do sistema ecológico. É de consenso geral que qualquer distúrbio no habitat demonstra alteração na diversidade. Essa visão pode ser aplicada para analisar a biodiversidade de uma comunidade parasitária. A diversidade parasitária em peixes hospedeiros é, por essa razão, diretamente dependente do grau de diversidade do habitat, e pode ser empregado como um indicador sensível para detectar as alterações na biodiversidade, que caracterizam os habitats afetados pela poluição (D'Amelio & Gerasi e Gelnar et al., apud Madi, 2005).

Os elementos básicos nas relações parasitárias são os hospedeiros e os parasitas como indivíduos, e a dinâmica do sistema parasita-hospedeiro tem como característica não ser um sistema fixo e mutável, mas sim flexível, que sofre mudanças resultantes da interadaptação de seus componentes (biocenose) e outros efeitos do meio ambiente (Kurashvili, 1967).

Os fatores abióticos e bióticos são determinantes no estudo da relação parasita-hospedeiro. Fatores abióticos como concentração de oxigênio, salinidade, concentração de íons de hidrogênio e temperatura, têm influência na instalação e distribuição de nematóides, cestóides, monogenéticos, digenéticos e acantocéfalos. O fator temperatura é o que mais afeta populações de parasitas, já que influencia diretamente o desenvolvimento de um grande número de espécies de parasitas, interferindo na rapidez e sucesso reprodutivo desses indivíduos (Chubb, 1982).

Devido à importância dos fatores bióticos na relação parasita-hospedeiro, embora não constando no projeto original, foram incluídas, nas duas últimas expedições, coletas de dados referentes a variáveis físicas, químicas e biológicas da água (Anexo III).

3.2. Levantamento de parasitos de peixes em pisciculturas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul

Para o levantamento preliminar de parasitas (protozoários, bactérias e helmintos) de peixes em ambientes de criação, foram tomadas como base quatro pisciculturas, sendo duas no estado do Mato Grosso do Sul e duas no estado de Mato Grosso. Foram examinados 120 peixes, sendo 20 exemplares de cada uma das seguintes espécies: pintado, cachara, pacu, piau-do-papo-amarelo, curimbatá e piraputanga.

Os protozoários, helmintos, bactérias e fungos encontrados neste trabalho, assim como a prevalência e sítio de infecção estão relatados nas Tabelas 12 a 14 respectivamente.



Tab. 12. Parasitas (Protozoa e Myxozoa) encontrados em peixes examinados em pisciculturas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Hospedeiro	N	Espécies de parasitas	Prevalência %	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	20	<i>Henneguya</i> sp.	30	br
		<i>Epistylis</i> sp.	10	p
		<i>Trichodina</i> sp.	60	br, p
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10	br, p
		<i>Cryptobia</i> sp.	5	br
<i>P. fasciatum</i>	20	<i>Henneguya</i> sp.	10	br
		<i>Epistylis</i> sp.	5	p
		<i>Trichodina</i> sp.	55	br, p
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	35	br, p
		<i>Cryptobia</i> sp.	10	br
<i>P. mesopotamicus</i>	20	<i>Myxobolus colossomatis</i>	70	bu, vb, ms
		<i>Myxobolus cuneus</i>	65	ac, b, f, bu, vb
		<i>Henneguya piaractus</i>	85	br
		<i>Henneguya pellucida</i>	10	bn, ms
		<i>Trichodina</i> sp.	65	br, p
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	35	br, p
		<i>Cryptobia</i> sp.	10	br
<i>P. lineatus</i>	20	<i>Myxobolus porofilus</i>	35	n
		<i>Henneguya</i> sp.	55	br
		<i>Trichodina</i> sp.	65	p, br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10	br, p
<i>B. bilarii</i>	20	<i>Trichodina</i> sp.	45	br, p
		<i>Cryptobia</i> sp.	5	br
		<i>Piscinoodinium</i> sp.	20	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10	br, p
<i>L. macrocephalus</i>	20	<i>Henneguya leporinicola</i>	35	br
		<i>Trichodina</i> sp.	45	p, br
		<i>Piscinoodinium</i> sp.	5	br
		<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10	br, p

ac = arco branquial, b = baço, br = brânquias, bu = bexiga urinária, bn = bexiga natatória, f = fígado, ms = membrana serosa, n = nadadeiras, ov = ovário, ol = olho, p = pele, r = rim, vb = vesícula biliar.



Tab. 13. Parasitas (helmintos) encontrados em peixes examinados em pisciculturas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Hospedeiros	N	Espécies de parasitas	Prevalência (%)	Sítio de infecção
<i>P. corruscans</i>	20	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	5	Cav. peritoneal
		*Monogenea	85	Brânquias
<i>P. fasciatum</i>	20	Nematoda		
		<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	5	Cav. peritoneal
		*Monogenea	80	Brânquias
<i>P. mesopotamicus</i>	20	Nematoda		
		<i>Rondonia rondoni</i>	65	Intestino
		<i>Spectatus spectatus</i>	30	Intestino
		Digenea		
		<i>Dadaytrema oxycephala</i>	30	Intestino
		*Monogenea	60	Brânquias e pele
<i>P. lineatus</i>	20	Nematoda		
		<i>Spinitectus asperus</i>	5	Intestino
		*Monogenea	65	Brânquias
<i>B. bilarii</i>	20	*Monogenea	55	Brânquias
<i>L. macrocephalus</i>	20	*Acanthocephala	5	Intestino
		*Monogenea	35	Brânquias

* Em processo de identificação

Tab. 14. Bactérias e fungos encontrados em peixes examinados em pisciculturas dos estados de Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul.

Hospedeiros	Patógenos		
	<i>F. columnare</i>	<i>Aeromonas</i> sp.	<i>Saprolegnia</i> sp.
<i>P. corruscans</i>	X	X	X
<i>P. fasciatum</i>	X	X	X
<i>P. mesopotamicus</i>	X	–	X
<i>P. lineatus</i>	X	–	X
<i>B. bilarii</i>	X	–	X
<i>L. macrocephalus</i>	X	–	X



Considerando o levantamento preliminar de parasitas de peixes em ambientes de criação nas pisciculturas dos estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, de um total de 120 peixes examinados, sendo 20 exemplares de cada espécie de pintado, cachara, pacu, piau-do-papo-amarelo, curimbatá e piraputanga, as principais enfermidades parasitárias encontradas nos peixes foram: bacterianas (columnariose e aeromoniose); micóticas (saprolegniose); protozoários externos (ictiofitiríase, tricodiníase, sifidíase); mixosporídios (heneguiose e mixoboliose) vermes monogenóideos (dactilogirose e girodactilose); acantocéfalos e nematódeos. Os peixes, os parasitas, a prevalência e o sítio de infecção encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 12 e 13.

O peso dos peixes trabalhados variou de 2 g até 1.500 g, ou seja, de alevino até adulto.

3.2.1. Protozoologia

Os protozoários são organismos unicelulares, de tamanho microscópico, podendo apresentar as mais variadas formas: esféricas, ovais, achatadas, alongadas etc. Reproduzem-se assexuadamente por divisão binária, divisão múltipla ou brotamento. As enfermidades por protozoários são provavelmente as enfermidades parasitárias mais importantes nas pisciculturas. Os protozoários são parasitos obrigatórios, convivendo naturalmente com os peixes, e proliferam quando as condições ambientais são inadequadas e a população hospedeira, ou quando os indivíduos se encontram submetidos a altas densidades de estocagem ou em condições de nutrição inadequadas.

Em Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul, protozoários que causam enfermidades em peixes ocorrem mais na fase de alevinagem, em que se observa sua presença em todas as espécies de peixes examinadas. A ictiofitiríase provocou maior mortalidade na fase inicial de criação.

3.2.1.1. *Ichthyophthirius multifiliis*

Das espécies trabalhadas, a incidência do *Ichthyophthirius* foi verificada em pintado (prevalência de 10%), cachara (35%), pacu (35%), piau-do-papo-amarelo (10%), curimbatá (10%) e piraputanga (10%). Na fase de alevinos e juvenis é o protozoário que mais tem provocado mortalidades, tanto em viveiros quanto em tanques de criação. As mortalidades verificadas neste estudo variaram de 10% a 90%, dependendo das condições sanitárias do ambiente de criação, condições nutricionais e condições imunológicas dos hospedeiros. O parasito exerce um efeito mecânico sobre os tecidos, provocando a destruição do epitélio cutâneo e



branquial, danos aos capilares sanguíneos e deformação das células germinativas, entre outros.

A maior incidência desta parasitose foi constatada no período de inverno, quando a água atinge temperaturas inferiores a 21°C.

Foi observado que, quando infestados, os peixes apresentam na pele e nas brânquias pequenos pontos brancos visíveis a olho nu; ficam inquietos chocando-se contra as paredes do viveiro e o fundo; sobem à superfície e rodeiam a entrada de água, como resultado da perda de capacidade de captação de oxigênio, devido ao mau funcionamento de seus filamentos branquiais danificados pelos parasitos; além de apresentarem sinais de apatia (estado de insensibilidade), letargia (funções vitais parecem suspensas, como em estado de “sono”) e inapetência (falta de apetite). À medida que a infestação aumenta, os peixes ficam inquietos, nadam freneticamente como tentando livrar-se do agressor.

Prevenção e controle: das condições locais encontradas pode-se trabalhar para a melhoria do manejo da criação tomando as seguintes medidas: deixar em quarentena todos os peixes provenientes de outras pisciculturas; não manejar peixes quando a temperatura estiver igual ou inferior a 21°C e também em períodos do ano em que a amplitude da temperatura diária da água for superior a 7°C. Também foram observados alguns fatores que parecem ter evitado a ocorrência da ictiofitiríase durante o inverno, tais como: manter a dureza do viveiro acima de 30 mg/l; colocar no viveiro alguns exemplares de curimatás adultos (10 a 12 por 1.000 m²) para revolver o fundo do viveiro; reduzir a densidade de peixes; aumentar o nível e diminuir a renovação de água; não ligar aeradores durante a madrugada e utilizar alevinos produzidos na mesma região da piscicultura. Essas observações foram registradas em diferentes oportunidades, merecendo estudos direcionados à verificação dessas correlações.

3.2.1.2. *Piscinoodinium*

São protozoários altamente patogênicos, podendo causar hemorragias petequiais de tegumento, degeneração e necrose das células e ligeira inflamação. Nas brânquias podem ocorrer hiperplasia celular e fusão externa das lamelas secundárias originando graves dificuldades respiratórias. Grandes mortalidades em pisciculturas tropicais foram atribuídas a esse parasita. Não há sintomatologia específica. Os hospedeiros podem revelar sinais de desconforto, movimentos operculares intensos, sinais clínicos de asfixia, dobras nas nadadeiras e, eventualmente, emagrecimento. Muitas vezes se nota na superfície dos peixes uma camada de aparência aveludada (Pavanelli et al., 1998).



Ceccarelli et al. (2005) verificaram mortalidade de juvenis e adultos de piracanjuba *Brycon orbignyianus* em viveiros de criação no estado de São Paulo, por piscinodiniose, principalmente no período de início e final do inverno. A incidência deste parasito nesta espécie provocou hemorragias, necrose, degeneração e inflamação das células da superfície do corpo e das brânquias, predispondo-a à manifestação de agentes oportunistas. Exemplares de peixes com alta infestação de *Piscinodinium* apresentaram sinais clínicos vistos a olho nu, em forma de grânulos pequenos, com coloração amarelada, distribuídos ao longo da superfície corporal dos peixes.

Durante as amostragens, no presente trabalho, verificou-se a ocorrência de piscinodinium em piraputanga (prevalência 20%) e em piau-do-papo-amarelo (5%). A incidência desse parasito foi baixa e não foi verificado sinal clínico aparente nos peixes examinados.

Prevenção e controle: os mesmos procedimentos preventivos descritos acima para protozoários podem ser utilizados para evitar a manifestação desse parasita.

3.2.1.3. *Trichodina* sp.

A tricodiníase é o nome de uma enfermidade parasitária provocada por um protozoário ciliado peritrico, ocorrendo em todas as espécies de criação. O parasito possui forma de disco, rodeado de cílios com um anel esclerotizado de dentículos em sua região central. Fixa-se na superfície do hospedeiro pelo extremo oposto à boca, adquirindo um aspecto em forma de “aspirador” para alimentar-se. Os peixes enfermos sobem às camadas superiores da água, reagem debilmente aos estímulos externos e concentram-se perto da entrada de água. Seu corpo se cobre com um véu azulado, devido ao excesso de muco, nadam contra o fundo e raspam-se nas paredes do tanque ou viveiro.

Os peixes enfermos apresentam sinais de palidez cutânea. Quando severamente afetados pela enfermidade, podem mostrar sinais de erosão das nadadeiras. Segundo o grau de infestação, os peixes se mantêm letárgicos, com perda de apetite e, à medida que avança a infecção, pode haver desprendimento de escamas; freqüentemente, observa-se uma ruborização cutânea, devido à congestão dos vasos sanguíneos. Na forma branquial da enfermidade, a morte do peixe se deve principalmente à asfixia.

Neste trabalho foi constatada a presença de tricodinas em todas as fases de criação das espécies de peixes examinadas, sendo pintado (60%), cachara (55%), pacu (65%), piau-do-papo-amarelo (45%), curimatá (65%) e piraputanga (45%). A ocorrência deste parasito sempre foi observada concomitantemente com outros parasitas. Este fato também foi relatado por Martins (1997).



A presença deste parasita é normal nos ambientes aquáticos, sendo que a maioria das espécies de tricodinas não é parasita, portanto, não oferece risco à saúde dos peixes. O grau de infestação nos peixes depende diretamente das condições da qualidade da água, da densidade de estocagem e do estado nutricional em que o desequilíbrio, de qualquer um destes fatores, predispõe à manifestação dessa enfermidade.

As maiores ocorrências foram observadas em viveiros adubados com excremento de animais, objetivando a produção de plâncton, na fase de larvicultura e alevinagem, e também em viveiros de engorda, onde não foi utilizado qualquer tipo de manejo sanitário.

Prevenção e controle: das condições locais encontradas pode-se trabalhar mantendo as larvas e alevinos separados dos adultos, fazendo a desinfecção rotineira de tanques/viveiros, petrechos de pesca e de amostragem, e evitando o excesso de matéria orgânica no fundo.

3.2.1.4. *Epistylis* sp.

Nos ambientes de criação foram observados em pintado (10%) e cachara (5%). Talvez devido à baixa incidência de parasitos, não foram observados sinais clínicos mais evidentes nos hospedeiros acometidos. Em uma das pisciculturas foram verificados dois exemplares de pintado com peso estimado de 4 kg, com alta incidência de *Epistylis* tanto no corpo quanto nas brânquias, apresentando úlceras com áreas necrosadas, musculatura exposta com presença de líquido purulento de coloração amarelada e odor fétido.

Eiras (1994) relaciona grande mortalidade de peixes indiretamente provocada pela presença de grande número de ciliados das brânquias, acarretando irritação mecânica e aumento da produção de muco, o que levou os animais a um quadro de asfixia.

Prevenção e controle: realizar desinfecção rotineira de tanques/viveiros, apetrechos de pesca e de amostragem e evitar, ao máximo, o excesso de matéria orgânica no fundo dos viveiros. Banhos de imersão em solução salina a 3% têm produzido efeito satisfatório no controle desta parasitose.

3.2.1.5. *Cryptobia* sp.

Foi detectado em pintado (5%), cachara (10%), pacu (10%) e piraputanga (5%). Os peixes examinados neste trabalho não apresentavam sinais de enfermidades, aparentemente podendo ser considerados saudáveis. Em todos os peixes o



parasito foi encontrado nas brânquias. Embora não tenham sido verificadas anormalidades neste órgão, Needham & Wootten (1981) relatam a destruição de vasos sanguíneos das lamelas, exoftalmia, esplenomegalia pronunciada, distensão da cavidade visceral e anemia, observados em exemplares selvagens, infectados experimentalmente. A inflamação do órgão branquial retarda a circulação normal do sangue e a irritação deste órgão provoca uma secreção massiva de muco, que em pouco tempo, cobrirá a parte intacta das brânquias, dificultando a respiração.

Se a secreção de muco não for paralisada, o peixe apresentará dispnéia, vindo a morrer por asfixia. Este parasito não tem seletividade particular por hospedeiro. Isso quer dizer que ele pode invadir qualquer peixe de água doce, especialmente de tanques e viveiros, onde a água é praticamente parada, o que facilita o ciclo biológico do parasito.

Prevenção e controle: empregar banho de imersão em solução salina de 2% a 3%, por cinco minutos, causa efeito satisfatório no controle desta parasitose.

3.2.2. Mixosporídeos

Os Myxosporea são organismos parasitas obrigatórios de peixes e raramente são encontrados infectando répteis, anfíbios e platelmintos. Existem aproximadamente 1.350 espécies descritas, distribuídas em 52 gêneros, sendo, na maioria, encontrada parasitando peixes de água doce (Barassa, 2003). Segundo Eiras (1994), os estudos da reação dos hospedeiros à parasitose por Myxosporea são por vezes contraditórios. Durante muitos anos foi opinião generalizada que esses parasitas não causavam danos nos tecidos dos hospedeiros ou eram de pouca importância. Na verdade, uma análise da bibliografia mostra estudos que descrevem desde uma completa ausência de reação, por parte dos hospedeiros, até importantes respostas inflamatórias. Algumas espécies chegam mesmo a provocar infecções fatais.

3.2.2.1. *Henneguya*

Nas espécies de peixes examinadas nas pisciculturas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, foram observadas a ocorrência de *Henneguya* sp. em pintado (30%), cachara (10%) e curimatá (55%); *Henneguya piaractus* (85%) e *Henneguya pellucida* (10%) em pacu, e *Henneguya leporinicola* em piau-do-papo-amarelo (35%). O peixe que apresentou maior número de espécies de *Henneguya* e prevalência foi o pacu. Embora neste trabalho tenha sido verificada a morte de peixes nos ambientes de criação, por esses parasitas, o material coletado está sendo analisado histologicamente para verificar possíveis danos aos órgãos parasitados dos peixes.



No estado de São Paulo foi constatada, por pesquisadores do Cepta na região de Mogi Mirim, mortalidade de mais de 100 mil alevinos de tambacu por heneguiose. Mais de 90% dos peixes apresentavam escoliose (trabalho em fase de redação).

Prevenção e controle: Devem ser adotadas as mesmas medidas preventivas utilizadas para outras espécies de parasitos.

3.2.2.2. *Myxobolus*

Esses parasitas são os mais freqüentes dos Myxosporea, havendo mais de 400 espécies descritas, número que contribui de forma significativa para a colocação do *Myxosoma* em sinonímia com o *Myxobolus*.

Foram encontradas, nas pisciculturas, duas espécies parasitando pacu (*Myxobolus colossomatis*, 70% e *Myxobolus cuneus*, 65%) e uma espécie parasitando curimatá (*Myxobolus porofilus*, 35%). As três espécies foram as mais encontradas em peixes juvenis e adultos.

3.2.3. Bactérias

As enfermidades bacterianas são responsáveis por grande mortalidade, tanto em ambientes naturais quanto em ambientes de criação. Esses microorganismos podem variar desde um patógeno primário até um invasor secundário de um hospedeiro; além disso, há situações em que a presença de bactérias debilita o peixe, predispondo-o a morrer por outro agente infeccioso (Roberts, 1981).

3.2.3.1. *Flavobacterium columnare*

Entre as enfermidades causadas por bactérias em peixes, a columnariose é um sério problema de saúde animal, nos diferentes sistemas de produção. Neste trabalho foi observada a ocorrência da columnariose provocando mortalidade em alevinos de todas as espécies de peixes examinadas, ou seja, pintado, cachara, pacu, curimatá, piraputanga e piau-do-papo-amarelo.

O agente etiológico que provoca a columnariose é a mixobactéria *Flavobacterium columnare* (= *Flexibacter columnaris*), descrita pela primeira vez por Davis (1922), a qual denominou *Bacillus columnaris*. Ordal & Rucker (1944) classificaram o agente da columnariose como pertencente ao gênero *Chondrococcus*, denominando-a *Chondrococcus columnaris*. Segundo Post (1983), casos de *Flexibacter columnaris* sistêmica têm sido relatados. Bernardet & Grimont (1989), por meio de estudos bioquímico e molecular da bactéria, determinaram como cor-



reto o termo *Flexibacter columnaris*. Recentemente, Bernardet et al. (1996), sugeriram a transferência para o gênero *Flavobacterium*, denominando-a *Flavobacterium columnare*. Pilarsky et al. (2003) isolaram essa bactéria em 4 espécies de peixes (*Brycon orbignyianus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* e *Hypostomus plecostomus*), em laboratório do Cepta.

No Brasil, a ocorrência da columnariose foi descrita pela primeira vez por Matushima et al. (1985), em um surto acometendo curimatás (*Prochilodus scrofa*) em criatórios no município de Paraibuna, no estado de São Paulo. Ceccarelli et al. (1990) verificaram mortalidades de alevinos de pacu e tambaqui por *F. columnaris* nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, praticamente em todos os meses do ano, com maior incidência no início e no final do inverno.

As características da enfermidade e suas manifestações clínicas mais comuns são: erosão das nadadeiras, presença de ulcerações na pele, necrose de filamentos branquiais, espessamento do muco em vários pontos da cabeça, opérculo, nadadeiras e ao redor das feridas; esse espessamento do muco define áreas com aparência opaca onde pode ser observado um crescimento micótico secundário. Martins (1997) caracteriza a enfermidade por manchas acinzentadas e brilhantes naquelas regiões, que podem ser rodeadas por zona avermelhada, e que, nas brânquias, chegam a necrose do tecido, causando a morte rápida do peixe. É uma infecção secundária devido às condições adversas de má nutrição e/ou ambientais.

A temperatura ótima de resistência de peixes tropicais está entre 24-30°C. Tanto no estado de Mato Grosso quanto no Mato Grosso do Sul a maior incidência desta bacteriose e, conseqüentemente, as maiores taxas de mortalidade ocorreram durante o inverno, quando a temperatura da água foi inferior a 22°C. Embora a temperatura seja considerada como o principal fator que predispõe a manifestação da columnariose, qualquer fator que provoque estresse aos peixes também pode provocar o surgimento desta bacteriose ou agravar ainda mais o estado de saúde dos mesmos.

O Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais – Cepta/Ibama constatou, pelo seu Laboratório de Ictiopatologia, um aumento da incidência de columnariose com elevada taxa de mortalidade em alevinos das espécies: tilápia (*Oreochromis niloticus*), curimatá (*Prochilodus lineatus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomun*), matrinxã (*Brycon cephalus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piraputanga (*Brycon* sp.), piau (*Leporinus* sp.) e os híbridos tambacu (tambaqui x pacu) e paqui (pacu x tambaqui). Pesquisadores desse Centro de Pesquisa, baseados no número de atendimentos, estimam que, anualmente, as



mortalidades provocadas por essa enfermidade tenham atingido, em todo o território nacional, aproximadamente dez milhões de alevinos das diferentes espécies de peixes.

Assim, a columnariose, além de ser um grave problema de sanidade, do ponto de vista econômico, atualmente, assume grande importância nos custos de produção, dada a elevada e rápida mortalidade dos alevinos, chegando a dizimar cardumes.

Prevenção e controle: Como preventivo de bacteriose deve ser administrada vitamina C na ração, na quantidade de 500 g por tonelada de ração, uma semana antes e uma semana depois do manuseio aplicado aos peixes (lembrar que a quantidade de vitamina C deve ser baseada no princípio ativo).

Tratamentos à base de produtos químicos como o azul de metileno, permanganato de potássio, sulfatos de cobre, formaldeído, verde de malaquita e antibióticos como cloranfenicol e oxytetraciclina têm sido utilizados. No entanto, esses produtos apresentam custos elevados no mercado, não sendo recomendados pelo FDA para uso em piscicultura, por serem altamente impactantes para o meio ambiente.

Pickering & Pottinger (1985), verificaram que trutas expostas ao verde de malaquita sofrem um aumento significativo no nível de cortisol no sangue, e também foram verificadas variações no número de eritrócitos, trombócitos e linfócitos. O número de neutrófilos foi significativamente reduzido, concluindo-se que o verde de malaquita, provavelmente, também apresenta um efeito imunossupressor.

Há de se ressaltar também que a terapia praticada incorretamente com a utilização desses produtos é desaconselhada na criação de peixes destinados ao consumo, pois poderá ser residual na carne dos peixes, comprometendo a saúde do consumidor. A manipulação incorreta do verde de malaquita pode ser danosa ao ser humano por ser considerado altamente cancerígeno, e seu uso está proibido em criações de peixes para o consumo.

A aplicação desses produtos químicos de maneira indiscriminada e sem critérios, incentivada pela facilidade de compra, vem sendo praticada por piscicultores, nos diferentes manejos de sistemas de criação de peixes no Brasil. Esse uso indiscriminado pode provocar alterações ambientais catastróficas, muitas vezes irreversíveis.

A columnariose – por se tratar de uma das enfermidades que mais afeta peixes de água doce na fase de alevinagem – com prejuízos ao aproveitamento, pela piscicultura, de algumas espécies de peixes nativos – necessita da elaboração



de uma vacina que é o caminho ecológico e econômico mais correto a ser seguido, para viabilizar a criação de peixes, evitando assim a aplicação de produtos agressivos ao meio ambiente.

3.2.3.2. *Aeromonas* sp.

É uma bactéria em forma de bastonete, gram-negativa, móvel, medindo de 0,5 μm a 1,5 μm . Seu habitat natural está entre a matéria em decomposição na água, sendo encontrada também no trato intestinal de peixes. Geralmente está associada a uma septicemia hemorrágica, em animais submetidos a algum tipo de estresse, ou ambiente favorável é proliferação deste patógeno. É uma enfermidade de distribuição mundial que pode atingir qualquer espécie de peixe, sendo um agente tipicamente oportunista (Martins, 1997).

Neste trabalho foi verificada maior incidência de *Aeromonas* em alevinos de pintados e cacharas. Os peixes adoentados apresentam nado letárgico e agonizante próximo à superfície e perda de apetite e de reflexo, entretanto, os sinais clínicos podem variar entre as epizootias. Externamente, verificou-se o aparecimento de úlceras circulares superficiais cinza-avermelhadas com necrose de pele e musculatura. As nadadeiras geralmente apresentam-se desfibradas com hemorragias nas bases. Em alguns peixes, foi observado exoftalmia; aumento do volume ventral e na cavidade abdominal surge um líquido levemente avermelhado, em alguns casos seroso e purulento. A mortalidade dos peixes é rápida e acumulada, mas raramente atinge 100%. Na forma crônica a maior parte dos peixes afetados apresentou sinais clínicos de ulceração, hemorragias e o ventre não se mostrou alterado. Nesses casos a mortalidade dos peixes é menor, e a consequência são peixes mais magros, ocasionando prejuízo ao piscicultor.

Prevenção e controle: Segundo Meyer (1967), uma das considerações mais importantes sobre *Aeromonas* é sua habilidade de desenvolver resistências aos antibióticos, que acontece através da transferência do fator R. Durante a década de 1960 e início de 1970, apenas 10% a 15% das bactérias infectantes de bagres estavam resistentes à terramicina, o antibiótico mais utilizado. Já no ano de 1976, aproximadamente 38% das culturas de *Aeromonas* isoladas dos peixes eram resistentes ao antibiótico. Esse aumento é, provavelmente, devido ao uso indiscriminado da terramicina em peixes criados, e serve de alerta para que os criadores utilizem apenas quando for necessário, e nunca por curtos períodos e em quantidades inferiores às recomendadas. No Brasil, a utilização de antibióticos na piscicultura teve um crescimento paralelo à intensificação da produção na década de 1990 e, muitas vezes, de maneira errônea, o que pode ter provocado resistência das bactérias.



Em virtude do uso indiscriminado de antibióticos observados nas estações de piscicultura dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, buscou-se uma alternativa para a substituição de quimioterápicos (produtos químicos utilizados no tratamento curativo) no tratamento de bacterioses. Como alternativa foi escolhido o alho (*Allium sativum*) administrado na ração e fornecido aos peixes. Os experimentos foram feitos em laboratório e em campo, na proporção de 2 kg de alho in natura, macerado e 500 g de alho desidratado, para 10 kg de ração, como tratamento curativo. Em ambas as condições de experimentação a dosagem testada controlou eficazmente a columnariose e a aeromoniose em alevinos de pacu e pintado. Após o terceiro dia de iniciado o tratamento, os peixes pararam de morrer. O tratamento foi mantido até o sexto dia, quando os animais voltaram a se comportar de forma normal. Como preventivo, para evitar a manifestação da bacteriose, foi realizado um outro experimento com o uso do alho, in natura, macerado, na proporção de 2% na ração. Foram usados os mesmos procedimentos experimentais referentes aos tanques e viveiros onde os peixes não apresentavam qualquer sinal clínico de enfermidade. O manejo adotado durante o período experimental foi normal, para as condições de estocagem dos animais nas unidades. Durante todo o período experimental os peixes tratados com alho não apresentaram sinais clínicos de bacteriose e tiveram um desenvolvimento normal para as condições em que estavam confinados. Como conclusão, foi recomendada a utilização do alho como tratamento curativo e preventivo para os peixes das pisciculturas visitadas.

3.2.4. Enfermidade micótica

3.2.4.1. Saprolegniose

O termo saprolegniose é empregado para descrever uma infecção micótica da pele e das brânquias que pode ser imputável a um grande número de fungos. No Brasil, até o momento, existem descritos os gêneros *Saprolegnia* e *Achlya*.

A saprolegniose é uma enfermidade muito comum, tanto em peixes quanto em ovos na incubação. Ela deve ser considerada principalmente como uma infecção secundária. O desenvolvimento da enfermidade só tem lugar mediante a invasão de feridas ou infecção primária por fungo. Os sinais clínicos comumente observados nos peixes afetados incluem a presença de uma massa de hifas micóticas (semelhante ao algodão) que cobrem o corpo, nadadeiras e brânquias. Uma vez destruído o tegumento, o fungo penetra na musculatura e finalmente nos órgãos viscerais.

Entre os fatores ambientais que favorecem o crescimento do fungo, destaca-se a piora da condição sanitária do viveiro, causada, principalmente, pelo exces-



so de matéria orgânica na água (ex.: excesso de comida, peixe morto, excesso de matéria orgânica, etc.), como também danos mecânicos e debilidade nos peixes, ou a presença de ovos não fertilizados e/ou mortos na incubadora.

Todas as espécies de peixes são susceptíveis a esta parasitose. Neste trabalho foi observada a presença de saprolegniose somente em peixes debilitados por outros fatores primários e ovos gorados, não sendo observados prejuízos maiores para a piscicultura. Isso mostra que quando os procedimentos profiláticos (tratamentos preventivos que protegem peixes contra a ocorrência de epizootia) são utilizados de forma correta, a condição sanitária melhora e os peixes ficam mais resistentes a determinados tipos de infestação. Neste caso a saprolegniose não se sobressaiu como enfermidade primária.

Prevenção e controle: desinfecção de tanques, viveiros, canaletas e incubadoras com formol a 3%, antes de sua utilização. Peixes adultos podem ser tratados com permanganato de potássio, e os ovos com formaldeído P.A., numa quantidade de 1,0 ml para cada 10 litros de água, sem interromper o fluxo de água das incubadoras. Geralmente esse tratamento é recomendado aproximadamente 2 horas após a hidratação dos ovos. Os ovos não devem ser tratados nas últimas horas prévias à eclosão e nem em larvas com saco vitelino.

3.2.5. Helmintos

As primeiras descrições de helmintos de vertebrados no Brasil tiveram início no século XVIII por pesquisadores como Rudolph (1819); Diesing (1836, 1838, 1850) e Molin (1860).

No Brasil, não se dá grande importância aos endoparasitas quando comparados aos ectoparasitas, que podem causar mortalidades significativas (Martins, 1998; Pavanelli et al., 1998). Devemos considerar que quando os peixes estão debilitados por quaisquer fatores que provocam estresse, os efeitos dos endoparasitas, que anteriormente não afetariam a saúde dos peixes, podem ter ação patogênica.

No presente trabalho foi constatada a presença de helmintos em todas as espécies de peixes analisados, com a prevalência variando de 5% a 85%.

3.2.5.1. Monogenea

Os monogênicos são ectoparasitas do grupo dos platelmintos, caracterizando-se principalmente pela presença de um aparelho de fixação localizado geralmente na parte posterior do corpo, o haptor (Pavanelli et al., 1998). São patógenos por meio da alimentação ativa. Outros sinais clínicos associados à monogênoides



são: o achatamento da superfície da lamela branquial, pequenos nódulos, hiperplasia e fusão dos filamentos branquiais (Thatcher, 1991). São ectoparasitas de tegumento, nadadeiras, cavidades nasais e principalmente brânquias de peixes. Também podem provocar inflamação da córnea, seguida de cegueira.

Entre os monogenódeos, parasitos de peixes, o papel mais importante desde o ponto de vista econômico, corresponde aos *Dactylogyrus* e *Gyrodactylus* de água doce. O ciclo evolutivo dos parasitos monogenódeos é direto, sem participação de um hospedeiro intermediário. Os ovos são grandes, marrons-claros e depositados perto do parasito. Em seu extremo caudal, o parasito possui um ou vários ganchos, ou ventosas para fixação.

Os peixes infectados mostram sinais clínicos de asfixia, devido à localização branquial dos parasitos, ocasionando irritação, inflamação e aumento de volume das lamelas branquiais, provocando a fusão das mesmas, em consequência da fixação e sucção dos vermes, sendo esta dependente da espécie do parasita e, principalmente, de sua abundância no órgão ou estrutura afetada. Os peixes nadam intranquilos e buscam a entrada de água dos viveiros, sobem à superfície mantendo movimentos operculares intensos. Na tentativa de livra-se do parasita, raspam-se nas paredes e no fundo do tanque e/ou viveiro. Essa atitude pode provocar ferimento no corpo do peixe, permitindo a instalação de infecções secundárias por bactérias e fungos, com sérios prejuízos, sendo estes mais importantes que os determinados pelos próprios parasitas. As brânquias quando parasitadas tornam-se muciformes, necrosadas e apresentam a coloração vermelho-intenso (Martins, 1997; Pavanelli et al., 1998; Ceccarelli, 2000).

Vários estudos demonstram a existência de mortalidade, por vezes elevada, em ambientes de criações. Martins (1997) considera que, atualmente, essa seja a doença mais importante na piscicultura do Brasil.

Quanto à sazonalidade dos monogêneos, existem contradições. Martins (1997) verificou que a região de Jaboticabal/SP, não tem mostrado sazonalidade de ocorrência, em peixes adultos, por serem mais resistentes, comprometendo somente as criações de alevinos e de peixes jovens. No entanto, Chubb (1977), em revisão sobre a ocorrência sazonal de *Monogenea* nos peixes, verificou que há uma distribuição sazonal, que geralmente é bem marcada e relacionada com a temperatura e outros fatores abióticos, esses com menor importância. Fatores bióticos como a natureza do hospedeiro, e seu comportamento e hábitos migratórios, podem também influenciar a prevalência e a intensidade da infecção, ao longo do ano.

Neste trabalho foi verificada a ocorrência de monogenóides em todas as espécies de peixes examinados (pintado, cachara, pacu, curimatá, piau-do-papo-



amarelo e piraputanga), tanto em alevinos quanto em peixes juvenis e adultos nos diferentes sistemas de criação. Na maioria dos peixes examinados, foi verificada a presença do parasito, no entanto, em peixes aparentemente sadios foram observados de 1 a 5. Essa incidência pode ser considerada normal em sistemas de criação e parece não interferir no estado de saúde dos peixes. Quando se verificou a presença de seis a dez monogêneos por esfregaço de brânquias, os peixes apresentaram os primeiros sinais de estresse como, brânquias hipocoradas, início de emagrecimento e sinais de “flash” (esfregam-se contra paredes, fundos etc.). Quando verificados mais de dez monogêneos por esfregaço de brânquias, os sinais clínicos já eram observados nos tanques e viveiros, onde os peixes mais acometidos nadavam na superfície, com perda da coloração normal do corpo, com algumas manchas, natação errática e início das primeiras mortes. Embora neste trabalho, para essa observação, os dados coletados não sejam específicos para uma avaliação estatística para esse fim, parece que esta parasitose tem influência no crescimento, desenvolvimento, conversão alimentar e reprodução dos peixes.

Prevenção e controle: Para elucidar a prevenção e controle de Monogenea, foi elaborado um ensaio utilizando-se o sal grosso (NaCl) e formaldeído, como tratamento. Os melhores resultados mostram que banhos com o sal grosso têm surtido efeito na quantidade de 25 gramas por litro de água, durante 10 minutos, porém algumas espécies de peixes apresentaram descolamento de mucos de pele e brânquias, manifestando fungos nesses locais alguns dias após o tratamento. O tratamento com formaldeído na quantidade de 1,0 ml para cada 6 litros de água, por um período de 30 minutos a 1 hora, apresentaram excelentes resultados, tanto em alevinos quanto em peixes grandes, porém, durante o tratamento é recomendável a utilização de aeração artificial, para que os peixes possam respirar sem dificuldades.

No caso de tratamentos realizados diretamente em viveiros de terra acima de 800 metros quadrados, fica mais difícil obter sucesso devido à grande quantidade de variáveis independentes, como o dimensionamento exato do volume do viveiro, a alcalinidade, o pH, o oxigênio, a temperatura, as condições de saúde dos peixes, o grau de infestação, a quantidade de matéria orgânica dos viveiros, a espécie de peixe. Todos esses fatores interferem diretamente na eficiência do tratamento, às vezes, controlando as enfermidades e, em alguns casos, agravando ainda mais o problema, além de aumentar os prejuízos.

Pelo fato de não ser prática usual em viveiros de piscicultura, acima de 5.000 m², o uso do sal tem se mostrado um excelente agente profilático, revelado através de aplicações experimentais, cujos resultados mostram que: a aplicação de sal mensalmente, nestes ambientes, numa proporção de 150 kg por hectare (10.000 metros



quadrados) e como tratamento curativo com 200 kg para cada 1.000 metros cúbicos de água, propiciou uma melhora considerável na comunidade ictíca existente. Isso pode ser explicado pelo fato de o NaCl, quando dissolvido na forma iônica, proporciona um bem-estar aos peixes melhorando o seu equilíbrio osmótico, além de exercer função bacteriostática. Esses fatores, juntos, favorecem a saúde, dando para o animal melhor condição de reprodução, crescimento, recria e engorda.

3.2.5.2. Nematóides

A patogenia dos nematóides para os peixes, de modo geral, é pouco significativa. As larvas encontram-se usualmente enquistadas e, para muitas espécies, os tecidos dos hospedeiros adjacentes às cápsulas não evidenciam alterações histopatológicas apreciáveis. Outras observações indicam um grau de patogenia importante, que pode até interferir na reprodução do hospedeiro. Em muitos casos os nematóides têm sido associados com a mortalidade dos peixes (Thatcher, 1981; Pavanelli et al., 1998).

De maneira geral, os nematóides causam prejuízos pouco importantes nos peixes de criação ou de aquário. As espécies que parasitam o tubo digestivo, geralmente, causam uma leve esfoliação facilmente suportada pelos peixes. Existem alguns registros, em outros países, de inibição da reprodução determinada por algumas espécies de nematóides, além de mortalidades ocasionadas principalmente em alevinos. No Brasil, porém, não foram registrados casos de grandes prejuízos provocados por esses parasitas, principalmente em peixes de criações (Pavanelli, 2002).

As formas larvárias de nematóides podem aparecer em grande número nos músculos, podendo dificultar a venda ao consumidor, devido ao aspecto repugnante.

Os danos causados pelo nematóide, para o peixe, variam grandemente, dependendo das espécies presentes, órgãos invadidos e o número de vermes envolvidos (Tatcher, 1991).

3.2.5.2.1. *Eustrongylides*

Existem relatos contraditórios quanto à patogenia das larvas de eustrongilídeos nos peixes. Vários autores (Kennedy & Lie, 1976; Kaeding, 1981; Eiras & Rego, 1988) verificaram que as modificações histopatológicas relacionadas com as larvas se resumiam ao seu encapsulamento por tecido conjuntivo, enquanto que os tecidos adjacentes do hospedeiro não sofriam alterações significativas. Paperna (1974) observou a existência de proliferação pronunciada de tecido lipídico rodeando as cápsulas de *Eustrongylides* sp. no fígado de *Haplochromis* sp. e *Bagrus docmac*.



Foi observada, neste trabalho, uma prevalência de 5% de *Eustrongylides* em pintados e cacharas, ambas em forma larval. Segundo Eiras (1994), existe uma relação evidente no hospedeiro entre os estados de desenvolvimento dos parasitos e os microhabitats ocupados: as L2 (infecciosas) foram observadas apenas na parede do tubo digestivo, as L3 no mesmo local, mesentério e cavidade do corpo, e as L4 e adultas apenas na cavidade do corpo. As ocorrências de eustrongilídeos nos peixes de criação foram bem menores do que aquelas encontradas em pintado e cachara no ambiente natural, mostrando uma preferência por peixes adultos e de hábito alimentar carnívoro, como pode ser observado comparando-se os dados das Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11 com aqueles apresentados na Tabela 12.

3.2.5.2.2. *Rondonia rondoni*

No Brasil, poucos estudos têm sido realizados com nematóides parasitando pacu. Destacam-se os trabalhos de Ceccarelli & Oliveira (1986), pesquisadores do Cepta, realizados no meio natural em vários rios do Pantanal. Foram encontrados nematóides em todos os peixes necropsiados, e em grande quantidade. Neste trabalho foram realizados cortes histológicos na parede do intestino de cinco pacus de 40 cm, em média, que estavam repletos de *Rondonia* e não foi constatada alteração histológica, o que demonstrou que este verme não provoca patologia no peixe.

Parra (1996) verificou em viveiros de criação do Cepta que de 90 pacus *P. mesopotamicus*, 64 encontravam-se parasitados, obtendo prevalência de 71%. Dos peixes parasitados, foi observada uma intensidade média de 3.304 nematóides, sendo que o peixe com maior número de nematóides registrado tinha 15.382 vermes. A intensidade média apresentou-se maior nos peixes de tamanho entre 40 cm e 45 cm, e menor em exemplares entre 15 cm - 20 cm e 45 cm - 50 cm. Todos os peixes examinados não apresentaram sinais clínicos de enfermidades. Os peixes que tinham em seu trato digestório frutos, folhas e restos de vegetais, de maneira geral foram os que apresentaram maiores incidências desse parasito, enquanto que em peixes alimentados exclusivamente com ração comercial a incidência foi baixa ou ausente.

Acredita-se que o *Rondonia rondoni* utiliza a quebra da fibra bruta para sua alimentação e desta forma ajuda na digestão do bolo alimentar, pelo pacu, o que pode caracterizar esse organismo como um simbiótico. Vale salientar que o hábito alimentar do pacu, no ambiente natural, é onívoro com tendência a herbívoro. Em sistema de confinamento, pacus alimentados com ração, como único alimento, apesar de ingerir uma quantidade suficiente até a saciação, se tiver à disposição uma fonte de vegetais no viveiro, vai ingerir uma quantidade considerável.



Portanto, a fibra bruta representa um importante papel na fisiologia digestória do pacu, que, por sua vez, compartilha com o *Rondonia rondoni*.

Mesmo não sendo detectado qualquer tipo de anormalidade provocada pelo *Rondonia*, os pescadores de pesque-e-pagues, ao limparem os peixes (pacu) aparentemente saudáveis, notam a presença de milhares de vermes se movimentando nos intestinos, o que faz com que os rejeitem pelo aspecto repugnante.

3.2.5.2.3. *Spinitectus asperus*

Foi encontrado neste trabalho em intestino de curimatá com baixa prevalência (5%). Segundo Thatcher & Brites Neto (1991), os nematódeos com cutícula espinhosa geralmente penetram a mucosa intestinal. Espécies de *Spinitectus* inserem mais da metade do seu corpo dentro da parede intestinal onde causam severas reações inflamatórias. Apesar da baixa prevalência encontrada pode ser preocupante, uma vez que a cutícula espinhosa pode ultrapassar a parede do intestino provocando inflamação intestinal, enterites e hemorragias.

3.2.5.3. Digenea

3.2.5.3.1. *Dadaytrema oxycephala*

O parasito Digenea apresenta patogenia através de infecções por metacercárias (uma das formas larvares). Neste trabalho foi registrada a prevalência de 5% em pacu, em viveiros de criação. Não foi detectada a manifestação patológica nos animais observados.

3.2.5.4. Acanthocephala

Os acantocéfalos são vermes com uma probóscide, ou tromba, invaginável e provida de ganchos ou espinhos. Os adultos utilizam a probóscide para fixar-se na parede do intestino do hospedeiro. Estes vermes são considerados patogênicos em virtude do dano causado ao epitélio intestinal e pelo fato da probóscide, ocasionalmente, furar a parede, resultando numa peritonite, Thatcher (1981).

Ferraz de Lima et al. (1990) registraram *Metechinorhynchus jucundus* Travassos, 1923, em pacus (*P. mesopotamicus*) mantidos em viveiros de criação. Em 5 exemplares do referido viveiro foram realizados cortes histológicos e analisados sob microscopia óptica, e em todos os exemplares, notou-se pronunciada compressão das túnicas da parede intestinal, ausência de lâmina própria, menor número de células caliciformes, células de revestimento, apresentando ausência de bordadura



estriada e tendendo a cúbicas. Nos pontos de fixação das probóscides, foi observado o desaparecimento do epitélio absorptivo. Foram evidenciados pequenos focos inflamatórios com células predominantemente mononucleares, discretos focos hemorrágicos e um aumento dos linfócitos intra-epiteliais.

Foi observado, em viveiros de reprodutores de pacu acometidos com infestação massiva por acantocéfalos, que os peixes não desenvolveram completamente as gônadas e não responderam à indução hormonal para desova induzida. Este fato foi observado sem um tratamento experimental específico para comprovar estatisticamente o ocorrido. Vale salientar que a literatura mostra que peixes acometidos por alta infestação de acantocéfalos tiveram problemas com o desenvolvimento de gônadas e a reprodução comprometida. Há necessidade de se realizar experimentos específicos para a comprovação da influência do parasito na reprodução dos peixes.

Este trabalho sugere que a acantocéfaloze é uma moléstia com efeitos patogênicos diretos que podem influenciar na produtividade das pisciculturas.

Apesar de a literatura não ter registro de infestações de acantocéfalos em criações de peixes no Brasil, causando prejuízos, relata-se, durante o trabalho de campo, um caso de atendimento de uma solicitação de mortalidade de peixes numa piscicultura próximo a Cuiabá-MT, onde foi realizada necropsia de 20 piaus-do-papo-amarelo estocados em um viveiro de 1.000 metros quadrados e pesando 800 g, em média. Foi constatada, após análise, presença massiva de acantocéfalos na parede intestinal. A mortalidade dos peixes foi atribuída à grande infestação pelo parasito.

3.3. Treinamento

Durante o período de execução do projeto foram treinados biólogos da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul e profissionais especialistas em piscicultura.

No que se refere ao campo, foram treinados três biólogos em técnicas de coleta, fixação e identificação de grupos de parasitas. O treinamento ministrado no Cepta incluiu um biólogo para atividades gerais de ictiopatologia e dois profissionais especialistas em piscicultura e em procedimentos profiláticos, e curativos das principais enfermidades de peixes tropicais.

Como resultado, tanto o desempenho no campo quanto o treinamento recebido no Cepta foi considerado bom no que diz respeito ao desempenho dos treinados.



4. Conclusão

Foi identificada a fauna parasitária e determinadas a prevalência, a distribuição geográfica e o sítio de infecção das seguintes espécies ictíicas de hospedeiros: pintado, cachara, pacu, piraputanga, curimbatá, dourado, piaussu ou piau-do-papo-amarelo, jaú, jurupoca, mandi e piau-três-pintas, capturados nos principais rios do Pantanal Mato-Grossense.

As espécies de peixes envolvidas neste estudo são hospedeiras de uma variada fauna de parasitas – Protozoa (Myxozoa e Microspora), Nematoda, Trematoda, Cestoda, Acantocephala e Crustacea, com grande quantidade de espécies.

O filo Myxozoa foi o que apresentou maior diversidade, com 26 espécies registradas. Em todas as espécies de hospedeiros foram encontrados, no mínimo, uma espécie deste filo.

A ocorrência de parasitas do filo Microspora foi restrita a um pacu capturado no rio Aquidauana.

Quatro novas espécies de mixosporídeos foram descritas: *Myxobolus porofilus* e *Henneguya caudalongula* infectando curimbatá; e *Henneguya pellucida* e *Myxobolus cuneus* infectando pacu.

O ambiente do Pantanal está se modificando rapidamente em relação ao número de espécies de parasitas que infestam os peixes.

A ocorrência de parasitas em peixes de piscicultura é menor do que no ambiente natural.

Todos os parasitas de ocorrência nos viveiros de criação foram encontrados infestando peixes no ambiente natural.

Uma infestação menor em peixes de criação, comparada com o ambiente natural, é suficiente para causar enfermidade e até mesmo a morte dos indivíduos.

Os tratamentos preventivos e curativos propostos foram efetivos no controle das enfermidades.

A ocorrência e a prevalência dos parasitas nos peixes de piscicultura estão na dependência direta de um manejo sanitário correto.

O uso do alho *Allium sativum* em substituição aos quimioterápicos foi eficiente no tratamento de bacterioses.



5. Comentários e Recomendações

Das 26 espécies de mixosporídeos relatadas, 4 estavam descritas na literatura quando o projeto foi iniciado em 2001. No decorrer deste período, das 22 espécies novas, quatro foram descritas por autores deste relatório: *Myxobolus porofilus* e *Henneguya caudalongula* infectando curimatá; e *Henneguya pellucida* e *Myxobolus cuneus* infectando pacu. No contexto da distribuição geográfica, estes parasitas infectam seus hospedeiros no ambiente natural do Pantanal.

A prevalência dos parasitos no ambiente natural está diretamente relacionada com o meio em que vivem, quanto aos aspectos físicos e químicos da água e do entorno da bacia, considerando os aspectos de ocupação humana. Dependendo das mudanças, o equilíbrio se reestabelece dentro do ecossistema, onde os organismos vivos são os mais afetados, na inter e intradependência entre eles, refletida pela qualidade ambiental.

Essa situação não acontece somente no ambiente natural, estende-se também à condição de cativeiro em regime de piscicultura, onde a prevalência dos parasitas nos peixes, como mostrado no trabalho realizado, está na dependência das variáveis externas ao meio, que afetam toda a comunidade viva, principalmente os peixes, podendo ser usado com segurança como indicador de qualidade ambiental.

Monogenea, *Trichodina* e *Ichthyophthirius* podem ser utilizados como ferramentas para avaliação de qualidade ambiental, tanto em ambiente externo quanto em piscicultura, por apresentarem prevalências e incidências maiores nos ambientes estudados.

A caracterização do ambiente quanto à prevalência e incidência de parasitos, juntamente com a situação do ecossistema, serve como avaliação atual de referência para acompanhamento de qualidade, a partir desse ponto, e futuramente.

Avaliando a situação de piscicultura em que é possível um controle total do manejo, o conhecimento da resistência do hospedeiro, quanto à prevalência deste, revela informações importantes para o uso de produtos preventivos e curativos, de origem natural, com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Como exemplo, neste trabalho, o *Allium sativum*, se mostrou eficiente no controle de bacterioses. Inclusive, o seu uso está recomendado em carcinocultura, no Equador, com resultados animadores, cujo ponto principal está na eliminação das bactérias patogênicas, preservando as benéficas dentro do ecossistema no qual toda a comunidade aquática esteja inserida.



Isso reporta a uma melhora do manejo profilático da criação, diminuindo o risco de surgimento de enfermidades, resultando em animais saudáveis e na melhora da qualidade da água, com a produção de um efluente não-agressivo ao meio ambiente a jusante da piscicultura. O manejo profilático reduz o uso de produtos químicos e diminui a tendência de parasitos patogênicos a adquirirem resistências, preservando a qualidade ambiental e toda a comunidade aquática na piscicultura e no ambiente.

A maioria das pisciculturas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, apesar de estar passando por um processo rápido de crescimento como atividade zootécnica, ainda não adotou um manejo sanitário em seus sistemas de criação, possibilitando assim a proliferação de uma infinidade de parasitas e patógenos no mesmo ambiente dos peixes. Esses organismos causadores de enfermidades podem ser disseminados de uma região para outra através do transporte de peixes vivos.

É necessário, antes do transporte do peixe, saber se a espécie considerada é nativa da bacia de contribuição, caso contrário, não deverá ser transportado, pois a introdução de uma espécie alóctone poderá provocar disseminação de patógenos, contaminação genética e desequilíbrio ambiental. Por outro lado, é salutar o desenvolvimento de pesquisas que objetivem aumentar a resistência dos peixes às enfermidades identificadas nas criações da bacia considerada e o impedimento de aquisição e transporte de peixes provenientes de outras bacias.

É importante levar em consideração o impacto que pode ser provocado no meio ambiente, o uso sem critério de antibióticos como medida preventiva e curativa, caso o produto não seja aplicado de forma adequada. As consequências podem ser: a resistência, principalmente em bactérias patogênicas, a perda do controle da enfermidade na piscicultura, e o risco de escape de bactérias resistentes ao meio ambiente.

A experiência atual já é suficiente para afirmar que a enfermidade é um fator de singular importância, e que limita consideravelmente o potencial produtivo e a rentabilidade comercial da aqüicultura. Segundo Diaz (1973), pesquisas preliminares em controle de peixes ornamentais para exportação mostraram que a mortalidade pode ser reduzida de 20% a 60% com tratamento preventivo. Dados de truticulturas nos Estados Unidos, onde a atividade é bastante desenvolvida e economicamente rentável, indicam que 30% dos gastos anuais de operações comerciais devem ser desembolsados pelos aqüicultores, na prevenção e controle de diferentes enfermidades nutricionais e infecto-contagiosas que afetam os salmonídeos durante diversas fases de criação e produção comercial. Apesar de a realidade dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul ser diferente, foi constatado que existem



perdas econômicas com a criação e o gasto com o manejo profilático e curativo, no entanto, não foi possível quantificar esses valores, uma vez que os dados coletados não foram específicos para a avaliação.

O estudo das enfermidades de peixes, das causas e modificações de seu comportamento, e até de mortalidades, é lembrado constantemente devido ao interesse ecológico, sanitário e econômico que isso representa.

A ampla variedade de parâmetros existentes no meio aquático, quando alterados acima dos limites aceitáveis, pode predispor os peixes a alguma enfermidade e até mesmo à morte, o que pode ocorrer devido a uma diversidade de causas, algumas de origem natural, outras provocadas pelo homem. As de origem natural são aquelas causadas por fenômenos como: variação brusca de temperatura; presença de algas tóxicas; tempestades; decomposição de matéria orgânica; composição química da água; disponibilidade de espaço e alimento; presença de bactérias, fungos, parasitos etc. As causadas pelo homem podem ser atribuídas ao rápido crescimento demográfico, que acarreta diretamente em efluentes industriais, urbanos e atividades agropecuárias.

Quando se pensa em preservação do Pantanal é importante desenvolver um plano de manejo na região do seu entorno, pois as ações conservacionistas devem estar centradas, principalmente, nas áreas de planície e de planalto, uma vez que suas nascentes estão localizadas nesta região.

É necessária uma análise do grau de infestação em relação às espécies de peixes, com a sua posição dentro da cadeia trófica, a qual poderá dar subsídios para o conhecimento do papel ecológico que essas espécies exercem, ou seja, se é de hospedeiros paratênicos e/ou não intermediários.

Nesse sentido, o desenvolvimento de estudos que contemplem a caracterização da fauna parasitária de peixes, sob o ponto de vista ecológico, é fundamental que se possa dispor das mais variadas informações sobre os fatores abióticos e bióticos do ambiente a ser estudado, com a caracterização dos fatores físicos, químicos e biológicos da água, mostrando as suas relações com a incidência e prevalência de parasitas.

O trabalho identificou os parasitas e sua prevalência em 11 espécies de peixes, incluindo exemplares do ambiente natural e de criação. É de suma importância dar continuidade a esse trabalho por meio da realização de estudos dos ciclos de vida dos parasitos, tanto no ambiente natural quanto em laboratório, objetivando dar subsídios para a gestão ambiental e controle das enfermidades de peixes em ambiente de criação. Os resultados desses estudos podem, ainda, levar ao desenvolvimento de um padrão que sirva como indicador de qualidade ambiental.



Os ciclos biológicos dos parasitas podem envolver, como hospedeiros, peixes, aves, mamíferos, répteis, anfíbios, insetos, zooplâncton etc. Portanto, a ausência de qualquer hospedeiro pertencente ao ciclo altera a prevalência do parasito. Uma vez estabelecido um padrão de comparação, o monitoramento contínuo da prevalência do parasito pode ser usado como indicativo de equilíbrio do ciclo e do estado de equilíbrio do ecossistema.

Para completar o levantamento parasitológico dentro do Pantanal, deve-se incluir a região da Estação Ecológica do Taiamã.



Referências Bibliográficas

ADRIANO, E.A. **Myxozoa em peixes autóctones mantidos em sistemas de criação**: taxonomia e relação parasita-hospedeiro. Campinas, 2004. 90 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, SP.

ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CECCARELLI, P.S.; CORDEIRO, N.S. Light and scanning electron microscopy of *Myxobolus porofilus* sp. n. (Myxosporea: Myxobolidae) infecting the visceral cavity of *Prochilodus lineatus* (Pisces: Characiformes; Prochilodontidae) cultivated in Brazil. **Folia Parasitol.**, v. 49, p. 259-262, 2002(a).

ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.S. Histology, ultrastructure and prevalence of *Henneguya piaractus* (Myxosporea) infecting the gills of *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) cultivated in Brazil. **Dis. Aquatic Org.**, v. 64, p. 229-235, 2005.

ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.S. Histopathology and ultrastructure of *Myxobolus cuneus* n. sp. infecting the connective tissue of *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae) cultivated in Brazil. **Parasite**, v. 13, 2006. No prelo.

ADRIANO, E.A.; CECCARELLI, P.S.; CORDEIRO, N.S. Prevalência de parasitas do filo Myxozoa em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) no Pantanal. **Bol. Téc. CEPTA**, v. 15, p. 31-38, 2002(b).

ADRIANO, E.A.; REGO, R.F.; SILVA-SANTOS, A.L.; CECCARELLI, P.S.; ARANA, S. Primeiro registro de infecção ovariana por microsporídeo em pacu (*Piaractus mesopotamicus*): aspectos anatomopatológicos e parasitológicos. **Bol. Téc. CEPTA**, v. 17, p. 31-40, 2004.

AMATO, S.B.; AMATO, J.F.R.; ALBRECHT, M. Metacercárias livres de diplostomídeos (Digenea, Diplostomidae) em *Loricariichthys anus* (Val., 1840) (Siluriformes, Loricariidae) do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Parasitol. Día**, v. 25, n. 1/2, p. 24-29, 2001.

AZEVEDO, C.; MATOS, E. *Henneguya adherens* n. sp. (Myxozoa, Myxosporea), parasite of the Amazonian fish, *Acestrorhynchus falcatus*. **J. Eukaryot. Microbiol.**, v. 42, p. 515-518, 1995.

AZEVEDO, C.; MATOS, E. *Henneguya malabarica* sp. n. (Myxozoa, Myxobolidae) in the Amazonian fish *Hoplias malabaricus*. **Parasitol. Res.**, v. 82, p. 222-224, 1996.

BARASSA, B.; ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.C. *Henneguya curvata* sp. n. (Myxosporea: Myxobolidae) parasitising the gills of *Serrasalmus spilopleura*



(Characidae: Serrasalminae), a South American freshwater fish. **Folia Parasitol.**, v. 50, p. 151-153, 2003(a).

BARASSA, B.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.C. A new species of *Henneguya*, a gill parasite of *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) from Brazil, with comments on histopathology and seasonality. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 98, p. 761-765, 2003(b).

BERNARDET, J.F.; GRIMONT, P.A.D. Deoxyribonucleic acid relatedness and phenotypic characterization of *Flexibacter columnaris* sp. nov., nom. rev., *Flexibacter psychrophilus* sp. nov., nom. rev., and *Flexibacter maritimus* Wakabayashi, Hikida, and Masumura 1986. **Int. J. Syst. Bacteriol.**, v. 39, p. 346-354, 1989.

BERNARDET, J.F.; SEGERS, P.; VANCANNEYT, M.; BERTHE, F.; KERSTERS, K.; VANDAMME, P. Cutting a Gordian knot: emended classification and description of the genus *Flavobacterium*, emended description of the family *Flavobacteriaceae*, and proposal of *Flavobacterium hydatis* nom. nov. (basonym, *Cytophaga aquatilis* Strohl and Tait 1978). **Int. J. Syst. Bacteriol.**, v. 46, p. 128-148, 1996.

BOYCE, N.P.; CLARKE, W.C. *Eubothrium salvelini* (Cestoda: Pseudophyllidea) impairs seawater adaptation of migrant sockeye salmon yearlings (*Oncorhynchus nerka*) from Babine Lake, British Columbia. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. 40, p. 821-824, 1983.

BOYCE, N.P.; YAMADA, S.B. Effects of parasite, *Eubothrium salvelini* (Cestoda: Pseudophyllidea), on the resistance of juvenile sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* to zinc. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. 34, p. 706-709, 1977.

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras de Saneamento. **Estudos hidrológicos da bacia do alto Paraguai: região do Pantanal, Estado do Mato Grosso**: relatório técnico. Brasília: Unesco/PNUD, v. 1, 1972. 284 p.

BRASIL. Ministério do Interior. **Estudo de desenvolvimento integrado da bacia do alto Paraguai**: relatório da 1ª fase. Brasília, 1979. T. 2.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de conservação da bacia do alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP Projeto Pantanal**. Brasília: PNMA, 1997. 51 p.

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. Brasília: Embrapa/CPAP, 1999. 184 p.

CALHEIROS, D.F.; FONSECA JÚNIOR, W.C. (Org.). **Perspectivas de estudos ecológicos sobre o Pantanal**. Corumbá: Embrapa/CPAP, 1996. 41 p. (Embrapa CPAP documentos, 18).



CASAL, G.; MATOS E.; AZEVEDO, C. Some ultrastructural aspects of *Henneguya striolata* sp. n. (Myxozoa, Myxosporea), a parasite of the amazonian fish *Serrasalmus striolatus*. **Parasitol. Res.**, v. 83, p. 93-95, 1997.

CASTRO, R.R.; BURGOS, R. *Kudoa thyrsithes* (Myxozoa, Multivalvuloda) causing "milky condition" in the musculature of *Paralichthys adspersus* (Neopterygii, Pleuronectiformes, (Paralichthyidae) from Chile. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 91, p. 163-164, 1996.

CECCARELLI, P. S.; FIGUEIRA L. B.; FERRAZ DE LIMA, C.L.B.; OLIVEIRA, C.A. Observações sobre a ocorrência de parasitose no CEPTA entre 1983 e 1990. **Bol. Téc. CEPTA**, v. 3, p. 43-54, 1990.

CELLERE, E.F.; CORDEIRO, N.S.; ADRIANO, E.A. *Myxobolus absonus* sp. n. (Myxozoa: Myxosporea) parasitizing *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae), a South American freshwater fish. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 97, p. 79-80, 2002.

CEMIG/CETEC. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Granden**. Belo Horizonte, p. 74, 2000.

CHUBB, J.C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. **Adv.Parasitol.**, v. 20, p. 1-292, 1982.

D'AMELIO, S.; GERASI, L. Evaluation of environmental deterioration by analyzing fish parasite biodiversity and community structure. **Parasitologia**, v. 38, p. 297-241, 1997.

DYKOVA, I. Phylum Microspora. In: Wallingford: CABI Publishing. 1995. (**Protozoan and metazoan infections**. v. 1).

DYKOVA, I.; LOM, J. Histopatological changes in fish gills infected with myxosporidian parasites of the genus *Henneguya*. **J. Fish. Biol.**, v. 12, p. 197-202, 1978.

DYKOVA. *Sphaerospora renicola* n. sp. a Myxosporean from carp kidney, and its pathogenicity. **Parasitol. Res.**, v. 68, p. 259-268, 1982.

EIRAS, J.C. **Elementos de ictiopatologia**. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida, 1994. 339 p.

EIRAS, J.C.; REGO, A.A. Histopatologia da parasitose de peixes do rio Cuiabá (Mato Grosso) por larvas de *Eustrongylides* sp. (Nematoda, Dioctophymidae). **Rev. Bras. Biol.**, v. 48, p. 273-280, 1988.

EIRAS, J.C.; SARAIVA, A; CRUZ, C. A note about the portuguese situation concerning some notifiable fish diseases. **Aquaculture**, v. 67, p. 279-281, 1987.



EYSINK, G.G.J.; CECCARELLI, P.S. **Investigação de mortandade de peixes**: causas e medidas de prevenção e recuperação dos ecossistemas aquáticos degradados. Pirassununga, 2003. (Apostila de curso).

FEITOSA, L.A.; FERNANDES, R.; COSTA, R.S.; GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. Parâmetros populacionais e simulação do rendimento por recruta de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) do alto rio Paraná. **Acta Sci.**, v. 26, n. 3, p. 317-323, 2004.

FERRAZ DE LIMA, C.L.B.; REIS, N.S.; CECCARELLI, P.S.; BOZANO, G.L.N. Modificações histológicas associadas com infecções por *Henneguya* sp. (Protozoa, Myxosporea) em pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Teleostei, Serrasalminae). **Bol. Téc. CEPTA**, v. 8, p. 13-23, 1995.

GARNICK, E.; MARGOLIS, L. Influence of four species of helminth parasites on orientation of seaward migrating sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 47, p. 2380-2389, 1990.

GELNAR, M.; SEBELOVÁ, S.; DUSEK, L.; KOUBKOVÁ, B.; JURAJDA, P. ZAHŘÁDKOVÁ, S. Biodiversity of parasites in freshwater environment in relation to pollution. **Parasitologia**, v. 39, p. 189-199, 1997.

GIÓIA, I.; CORDEIRO, N.S. Brazilian myxosporidians' check-list (Myxozoa). **Acta Protozool.**, v. 35, p. 137-149, 1996.

GUERRINI, V. **Bacia do alto rio Paraguai**: estudos climatológicos. Brasília: EDIBAP/SAS, 1978. 60 p.

KALAVATI, C.; NARASIMHAMURTI, C.C. Histopathological changes in the gills of *Channa punctatus* Bl. infected with *Henneguya waltirensis*. **Arch. Protist.**, v. 129, p. 199-202, 1985.

KURASHVILI, B.E. **Acanthocephalans (Acanthocephala) of the animals of Georgia**. Tbilisi: Hdb, 1967. 95 p.

LANGDON, J.S. Myoliquefaction post-mortem ('milky flesh') due to *Kudoa thyrsites* (Gilchrist) (Myxoporea) in mahi mahi, *Coryphaena hippurus* L. **J. Fish Dis.**, v. 14, p. 45-54, 1991.

LIMA, E.B.N.R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá**. Rio de Janeiro, 2001. 78 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LOM, J. Trichodinidae and other ciliates (Phylum Ciliophora). In: **Protozoan and metazoan infections**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 229-262. (Fish diseases and disorders, v. 1).



LOM, J.; DYKOVÁ, I. Myxosporea (Phylum Myxozoa). In: **Protozoan and metazoan infections**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 97-148 (Fish diseases and disorders. v. 1).

MADI, R.R. **Utilização dos helmintos parasitos de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Cichlidae; Perciformes) como indicadores ambientais**. Campinas, 2005. 110 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

MARTINS, M. L.; ROMERO, N.G. Efectos del parasitismo sobre el tejido branquial en peces cultivados: estudio parasitologico e histopatologico. **Ver. Bras. Zool.**, v. 13, p. 489-500, 1996.

MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N. *Henneguya piaractus* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a gill parasite of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae), in Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, v. 57, p. 239-245, 1997.

MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R.; COSTA, A.J. Comparative evaluation of the susceptibility of cultivated fishes to the natural infection with myxosporean parasites and tissue changes in the host. **Rev. Bras. Biol.**, v. 59, p. 263-269, 1999.

MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N.; MORAES, F.R.; MORAES, J.R.E.; COSTA, A.J. Pathology and behavioral effects associated with *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) infections of captive pacu *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. **J. Word Aquacult. Soc.**, v. 28, p. 297-300, 1997.

MATO GROSSO. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Caracterização hidrográfica do Estado de Mato Grosso**: relatório preliminar. Cuiabá: Fema, 1995. 537 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente/Fundação de Estado de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Relatório de qualidade das águas superficiais da bacia do alto Paraguai – 1997-1998**. Campo Grande: SEMA, 1999. 127 p. (Série relatórios).

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Fundação de Estado de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Relatório de qualidade das águas superficiais da bacia do alto Paraguai – 1996**. Campo Grande: SEMA, 2000. 105 p. (Série relatórios).

MATUSHIMA, E.R.; CARVALHO, V.M.; COSTA, E.O.; ONAGA, C. Isolamento de *Flexibacter columnaris* em corimbatás (*Prochilodus scrofa*). In: REUNIÃO ANUAL



DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37., 1985, Belo Horizonte. **Anais...** SBPC, 1985.

MEYER, F.P. The impact of disease on fish farming. **Am. Fish. U.S. Trout News**, v. 11, p. 18-19, 1967.

MIGONE, L.E. Parasitologie de certains animaux du Paraguay. **Bull. Soc. Pathol. Exot.**, v. 9, p. 359-364, 1916.

MOLNÁR, K.; BÉKÉSI, L. Description of a new *Myxobolus* species, *M. colossomatis* n. sp. from the teleost *Colossoma macropomum* of the Amazon river basin. **J. Appl. Ichthyol.**, v. 9, p. 57-63, 1992.

MOLNÁR, K.; RANZANI-PAIVA, M.J.; EIRAS, J.C.; RODRIGUES, E.L. *Myxobolus macroplasmoidal* sp. n. (Myxozoa: Myxosporea), a parasite of the celomatic cavity of the characid teleost, *Salminus maxillosus*, in Brazil. **Acta Protozool.**, v. 37, p. 241-245, 1998.

NEEDHAM, T.; WOOTEN, R. Parasitologia de los teleósteos. In: ROBERTS, R.J. (Ed.) **Patología de los peces**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, p. 165-208, 1981.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. **Ocorrência do fenômeno natural “dequada” no Pantanal**. Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/dequada_pantanal.html. Acesso em: 06 mar. 2006.

ORDAL, E.J.; RUCKER, R.R. Pathogenic myxobacteria. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, v. 56, p. 15-18, 1944.

PAPERNA, I. Hosts, distribution and pathology of infections with larvae of *Eustrongylides* (Dioctophymidae, Nematoda) in fishes from East African lakes. **J. Fish. Biol.**, v. 6, p. 67-76, 1974.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: EDUEM; CNPq; Nupélia, 1998. 264 p.

PAVANELLI, G.C.; SANTOS, M.H.M. *Goezeela agostinhoi* sp. n. e *Monticella loyolai* sp. n., cestóides proteocefalídeos parasitas de peixes pimelodídeos do rio Paraná, Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 1, p. 45-50, 1992.

PICKERING, A.D.; POTTINGER, T.G. Cortisol can increase the susceptibility of brown trout, *Salmo trutta* L., to disease without reducing the white blood cell count. **J. Fish Biol.**, v. 27, p. 611-619, 1985.

PILARSKY, F.; ROSSINI, A.J.; CECCARELLI, P.S. Isolation and characterization of four *Flavobacterium columnare* strains isolated from tropical fish in Brazil. **WORLD AQUACULTURE 2003**, Salvador. **Abstracts...** Salvador: WAS, v. 2, p. 579, 2003.



- POST, G.W. **Textbook of fish health**. Neptune: T.F.H. Publications, 1983. 256 p.
- REGO, A.A.; CHUBB, J.C.; PAVANELLI, G.C. Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. **Rev. Bras. Zool.**, v. 16, n. 2, p. 299-367, 1999.
- REGO, A. A.; PAVANELLI, G.C. Cestóides proteocefalídeos do jaú, *Zungaro zungaro*, peixe pimelodídeo do Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, p. 47, p. 357-361, 1987.
- REGO, A. A.; PAVANELLI, G.C. *Jauella glandicephalus* gen. n. sp. n. e *Megathylacus brooksi* sp. n., cestóides proteocefalídeos patogênicos para o jaú, *Zungaro zungaro*, peixe pimelodídeo. **Rev. Bras. Biol.**, p. 45, 643-652, 1985.
- REGO, A. A.; PAVANELLI, G.C. Novas espécies de cestóides proteocefalídeos parasitas de peixes não siluriformes. **Rev. Bras. Biol.**, v. 50, p. 91-101, 1990.
- RODRIGUES, R.R.; MONTEIRO, J.R.B.; BARROS, L.T.L.P. **Metodologia para recuperação de áreas degradadas pela agricultura**: estudo de caso do Rio Brilhante, Jaciara, MT. Cuiabá: Ibama, 1999. 35 p.
- SCHMAHL, G.; MEHLHORN, H.; TARASCHEWSKI, H. Treatment of fish-parasites. 7. Effects of sym. triazinone (toltrazuril) on developmental stages of *Myxobolus* sp. Bütschli, 1882 (Myxosporea, Myxozoa): a light and electron microscopic study. **Eur. J. Protistol.**, v. 25, p. 26-32, 1989.
- SILVA, M.V. **Mitos e verdades sobre a pesca no Pantanal Sul Mato Grossense**. Campo Grande: FIPLAN, 1986. 146 p.
- SNIESZKO, S.F. Foreword. In: WEDEMEYER, G.A.; MEYER, F.P.; SMITH, I. **Environmental stress and fish diseases**. Neptune City: T.F.H. Publications, p. 5-6, 1976. (Diseases of fishes, v. 5).
- SPLENDORE, A. Trypanosomes des poissons bresiliens. **Bull. Soc. Pathol. Exot.**, v. 1, p. 524, 1910.
- THATCHER, V.E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, v. 11, n. 3/4, p. 263-572, 1991.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J.F.; KOHN, A. Trematódeos do Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 67, p. 1-886, 1969.
- VICENTE, J.J.; RODRIGUES, H.O.; GOMES, D.C. Nematóides do Brasil. 1ª parte. Nematóides de peixes. **Atas Soc. Biol. Rio de Janeiro**, v. 25, p. 1-79, 1985.



Anexo I

Trabalhos Resultantes do Programa Pantanal, Publicados em Revistas Científicas

Prevalência de parasitas do filo Myxozoa em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Osteichthyes: Characidae) em rios do Pantanal Mato-grossense, Brasil

Edson Aparecido Adriano, Paulo Sérgio Ceccarelli & Nelson S. Cordeiro.

Boletim Técnico do CEPTA, v. 15, p. 31-38, 2002.

Helmintos em peixes do Pantanal Sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal

Sônia Maria Cursino dos Santos, Paulo Sérgio Ceccarelli & Rodrigo Figueiredo do Rego.

Boletim Técnico do CEPTA, v. 16, p. 15-26, 2003.

Parasitas do filo Myxozoa em curimatá (*Prochilodus lineatus*) (Osteichthyes: Prochilodontidae) do Pantanal Mato-grossense, Brasil

Edson Aparecido Adriano, Rodrigo Figueiredo do Rego & Paulo Sérgio Ceccarelli.

Boletim Técnico do CEPTA, v. 17, p. , 2004.

Primeiro registro de microsporídeo infectando ovário de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) do Pantanal Mato-grossense, Brasil: com descrição histopatológica

Edson Aparecido Adriano, Rodrigo Figueiredo do Rego, Analigia Silva-Santos, Paulo Sérgio Ceccarelli & Sarah Arana.

Boletim Técnico do CEPTA, v. 17, p. 31-40, 2004.

Prevalência, intensidade, sazonalidade e distribuição de parasitas de piraputanga (*Brycon microlepis*) (Characidae: Bryconinae) de diferentes pontos do Pantanal Mato-grossense

Edson Aparecido Adriano, Rodrigo Figueiredo do Rego & Paulo Sérgio Ceccarelli.

Boletim Técnico do CEPTA (Submetido para publicação).



Anexo II

Resumos de Trabalhos Resultantes do Programa Pantanal, Publicados em Anais de Congressos

Microsporídeo em ovário de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Osteichthyes: Characidae) do Pantanal Mato-grossense

Edson A. Adriano; Rodrigo F. Rego; Analigia S. Santos; Sarah Arana & Paulo S. Ceccarelli.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 65.

Ocorrência de helmintos em pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) (Osteichthyes: Characidae) do Pantanal Mato-grossense

Rodrigo F. Rego; Sônia M. C. Santos; Edson A. Adriano & Paulo S. Ceccarelli.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 73.

Myxobolus sp. em jaú (*Zungaro zungaro*: Siluriformes: Pimelodidae) do Pantanal Mato-grossense

Edson A. Adriano Paulo S. Ceccarelli; Rodrigo F. Rego.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 72.

Helmintos em peixes do Pantanal Mato-grossense: quarta expedição do Programa Pantanal

Sônia M. C. Santos; Rodrigo F. Rego; Edson A. Adriano & Paulo S. Ceccarelli.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 71.



Ocorrência de helmintos em peixes do Pantanal Sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal

Sônia M.C. Santos; Paulo S. Ceccarelli; Edson A. Adriano & Rodrigo F. Rêgo.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 67.

Ocorrência de mixosporídeos em curimbatá (*Prochilodus lineatus*: Osteichthyes: Prochilodontidae) do Pantanal Mato-grossense

Edson A. Adriano; Paulo S. Ceccarelli & Rodrigo F. Rego.

Anais do VIII Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 19 a 22 de outubro de 2004, Laguna SC, Brasil. p. 66.



Anexo III

Análise Preliminar de Variáveis Limnológicas*

As coletas limnológicas foram realizadas nos rios Cuiabá (próximo ao PARNA), no rio Caracarazinho, e na Baía do Burro, locais onde foram coletados os peixes para análise patológica e genética. Os períodos de coletas foram de 13 a 17 de outubro de 2004, e de 12 a 15 de julho de 2005.

As coletas na região de Nobres-MT foram feitas nos rios Cuiabazinho (Cuiabá – acima da confluência do rio Manso), no rio Manso e no rio Cuiabá (Figura 1), logo após a sua formação. Os períodos de coletas nestes locais foram: de 19 a 21 de outubro de 2004, e de 8 a 9 de julho de 2005.



Fig. 1. Localização dos pontos de coleta no rio Cuiabá e rio Manso.

* Elaborado por Lima D., Consultora PNUD/Ibama.



Para cada local amostrado foram obtidos, os perfis de temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, íon amônio e amônia, utilizando-se um multissensor de qualidade de água YSI. A transparência da água foi determinada utilizando-se Disco de Secchi (Lund & Talling, 1957) e amostras de água para as análises físicas e químicas, foram coletadas na superfície e estão sendo analisadas no laboratório do CEPTA, segundo os procedimentos padrões. Fosfato inorgânico (Golterman et al., 1978), fósforo total (APHA, 1995), fósforo total dissolvido (Golterman et al., 1978), íon amônio (Koroleff, 1976), material em suspensão (Wetzel & Linkens, 1991), nitrato e nitrito (Mackereth et al., 1978) e nitrogênio orgânico total (Golterman et al., 1978).

Para as análises qualitativa e quantitativa das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, as amostras foram coletadas com baldes de 10 litros (50 litros) e passadas em rede de plâncton (20 μ m e 68 μ m, respectivamente). Após as coletas, as amostras foram fixadas e preservadas com formol 8% e ainda encontram-se na fase de análises com auxílio de microscópicos e estereoscópicos no laboratório do CEPTA.

Vale ressaltar, que o rio Cuiabá na região do Parna, conforme se observa na figura anterior, já recebe toda a carga orgânica e industrial da cidade de Cuiabá e de seus municípios circunvizinhos.

Neste estudo, foi avaliado o pH das águas dos rios e baías, o qual é considerado importante para a dinâmica dos sistemas aquáticos, pois além de interferir no metabolismo das comunidades aquáticas, sofre variações em função dos processos de decomposição e fotossíntese. Todos os rios monitorados apresentaram águas com pH entre 6,2 e 7,23 para outubro de 2004, enquanto que no período de julho de 2005, os valores de pH oscilaram entre 4,68 (dia de chuva) a 7,01, podendo ser classificados como levemente ácido a neutro.

Os valores de alcalinidade na água desses ambientes variaram dentro da faixa de 10,4 a 20,5 mgCaCO₃/l em outubro de 2004, e no período de julho de 2005 os valores de alcalinidade apresentaram-se mais homogêneos (20,3 a 20,5 mgCaCO₃/l) para o rio Cuiabá; no rio Caracarazinho foi de 20 mgCaCO₃/l e na baía do Caracará (em julho de 2005) foi de 20,0 a 20,6 mgCaCO₃/l; e no rio Moquém foi de 30 mgCaCO₃/l para o período de outubro de 2004, enquanto que no período de julho de 2005 foi de 40 mgCaCO₃/l. Na Baía dos Burros foi de 20 mgCaCO₃/l em outubro de 2004, e de 20,4 a 20,7 mgCaCO₃/l para julho de 2005.

A alcalinidade representa a quantidade de bicarbonato e carbonato na água, portanto, quanto maior a alcalinidade maior a capacidade de neutralizar ácidos na água. Esses valores de alcalinidade observados nesses ambientes encontram-se dentro de uma faixa normal para sistemas como a bacia do Pantanal.



Quanto à condutividade elétrica da água, os valores atingiram 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$, muito acima do limite superior esperado para águas naturais, que é de 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Segundo Brigante et al. (2003), em geral, considera-se que, quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral.

A exceção ocorreu no rio Moquém, onde se registrou altos valores de condutividade elétrica, entre 254 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 255 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor corresponde à interferência das chuvas, que ocorreram no dia anterior. Isto somado ao fato do rio encontrar-se próximo a Serra do Amolar, promoveu o processo de lixiviação de toda a carga orgânica da bacia de drenagem.

Em julho de 2005, os valores de condutividade elétrica da água, para os sistemas que compõem a região do Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense, variaram de: 37 a 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o rio Cuiabá; de 67 a 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o rio Moquém; de 63 a 69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o rio Paraguai; de 61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a Baía Três Bocas; de 38 a 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a Baía do Caracará e de 41 a 43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a Baía do Burro.

Os valores de temperatura da água demonstram a ocorrência de valores elevados para o período de outubro de 2004, correspondente ao período de maior incidência solar. Além disso, não foram verificadas diferenças no perfil de temperatura, o que demonstra que os perfis isotérmicos para todos os pontos de coleta, provavelmente, estão associados à maior mistura vertical, o que demonstra a fragilidade da estrutura térmica vertical, com respostas rápidas aos eventos externos, tais como ventos e chuvas. O efeito do vento pode ser muito importante na circulação horizontal, principalmente se a direção do eixo principal do rio coincide com a direção do vento predominante na região (Tundisi, 1990).

No período de julho de 2005, a temperatura da água apresentou valores mais baixos do que no período de outubro de 2004; sendo que para a região dos sistemas pertencentes ao Parna, a variação de temperatura ficou entre 22°C a 23,4°C, porém a média para a região foi de 22,7°C.

O oxigênio dissolvido na água é uma das substâncias cuja estimativa é de maior utilidade, pois pode, às vezes, constituir-se em fator limitante para a sobrevivência dos organismos. Os valores de oxigênio dissolvido, encontrados para os rios estudados na região do Parna, variaram em geral, de 5 a 8mg/l, com exceção do rio Moquém, onde se observou valores variando de 3 a 5mg/l para o período de outubro de 2004. No mês de julho de 2005, os valores de oxigênio dissolvido apresentaram-se numa faixa que permite as condições necessárias para a vida aquática.



De acordo com Esteves (1988), as fontes de oxigênio dissolvido para a água são a atmosfera (difusão direta) e o processo de fotossíntese. Por outro lado, as perdas ocorrem pelo consumo no processo de decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (ferro e manganês). No caso dos rios estudados, deve estar associado à entrada de material alóctone, devido à incidência de chuvas na região, o que causa o consumo de oxigênio dissolvido pelo processo de oxidação.

Alguns autores (Junk et. al., 1989; Da Silva & Esteves, 1995) descreveram que a alta concentração de oxigênio dissolvido nos períodos de seca, está associado à baixa profundidade destes corpos d'água, e que favorece a movimentação da água e promove a consequente troca de gases na interface ar/água devido à ação do vento. Foi dito ainda que durante o início da cheia ocorre também o processo de decomposição do material advindo da bacia de drenagem, o que traz, como consequência, a redução da quantidade de oxigênio dissolvido na água.

As medidas de turbidez efetuadas entre todos os pontos estudados na região do Parna, registraram baixos valores em praticamente todos os pontos dos rios, na faixa de 30 a 65 UNT (unidade nefelométrica de turbidez), sendo que o limite de turbidez estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para rios de classe 2 é de até 100 UNT. A exceção ocorreu na Baía dos Burros, onde foram registrados valores elevados próximos ao sedimento (76 a 170 UNT), observado na coleta do dia 14/10/04. Isto, provavelmente, ocorreu em consequência da baixa profundidade da baía e da forte ação do vento no dia, o que promoveu a ressuspensão do fundo da lagoa.

O assoreamento dos recursos hídricos é considerado a maior ameaça aos corpos d'água no estado do Mato Grosso, atualmente (Wantzen, 1998, 1999). Além da aplicação das leis existentes, para proteção das matas de galeria, é necessária a recuperação dos sulcos erosivos com o plantio de espécies locais (Rodríguez et al., 1999) e também a criação de um programa de zonas de tampão ao redor das matas ciliares (Wantzen, no prelo).

Segundo Esteves (1998) a turbidez da água é a medida de sua capacidade de dispersar a radiação, e cita ainda, que os principais responsáveis pela turbidez da água são principalmente as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e, em menor proporção, os compostos dissolvidos.

Estudos realizados por Da Silva (1990) e Pinto-Silva (1991), nas regiões de Barão de Melgaço (lagos Recreio e Buritizal, e baías Porto de Fora e Acurizal) e Poconé (rodovia transpantaneira e rio Bento Gomes), mostraram que as variáveis limnológicas são governadas pela variação do nível d'água, ocorrendo diferenças



consideráveis entre as fases de seca e cheia, principalmente pelo efeito diluição/concentração. Foram observadas, por exemplo, variações amplas de temperatura de 22°C a 36°C e pH de 3,4 (novembro) até 9, e ambientes anóxicos, com amplitudes de 7% a 143% de saturação do oxigênio dissolvido.

O rio Paraguai, na região de Cáceres, tem pH médio de 6,4 a 8 e condutividade média de 34,7 a 59,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Apesar das águas com maior transparência na seca (turbidez de 4 a 35,6 UNT), na época das chuvas pode chegar a 99,3 UNT, com concentração de sólidos em suspensão de 208,5 mg/l (Figueiredo et al., 1999).

O rio Cuiabá é o principal afluente do rio Paraguai, nasce na serra Azul, drenando uma área de quase 100.000 km². A partir de Santo Antônio do Leverger apresenta área de inundação com vários corixos, vazantes e baías, como a Chacororé e Sinhá Mariana. Após esta região de lagoas, o rio Cuiabá tem águas alcalinas (pH entre 8 e 9) e condutividade de 60 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na planície, o rio Cuiabá recebe dois tributários importantes, o rio São Lourenço e o rio Piquiri/Itiquira, com águas ligeiramente ácidas (pH entre 6,1 e 6,9) e condutividade baixa, de no máximo 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Embrapa, 2001).

Ainda, segundo Esteves (1998) o pH é resultado de um balanço existente entre os íons positivos e negativos presentes no meio aquáticos e de grande complexidade, pois é influenciado por diversos fatores. Estudos desenvolvidos por Da Silva (1990) nas baías Acurizal e Porto de Fora no Pantanal Mato-grossense; e de Pinto-Silva (1980) estudando a região Pantaneira de Barão de Melgaço, encontraram valores de pH dentro das faixas de 5,5 a 7,5 e de 6,2 a 7, respectivamente. Valores estes, que se assemelham com os observados neste estudo.

Quanto aos ambientes estudados na região de Nobres-MT, os valores de alcalinidade e dureza da água foram maiores que os encontrados para a região do Parna. Em outubro de 2004, os valores encontrados foram de: no rio Cuiabá, a dureza foi de 20,8 a 40,2 mg/l e a alcalinidade variou de 20,6 a 50 mg/CaCO₃/l. No rio Cuiabazinho (Cuiabá), a dureza foi de 100-120 mg/l e a alcalinidade foi mais elevada, de 120-130 mg/CaCO₃/l. Já no rio Manso a dureza variou de 10,5 a 10,8 mg/l e a alcalinidade de 20,1 a 30,3 mg/CaCO₃/l.

Em julho de 2005, os valores de dureza foram homogêneos para os dias estudados, apresentando o valor de 40,5 mg/l para o rio Cuiabá, logo após a confluência com o rio Manso; no rio Manso os valores de dureza variaram de 20,0 a 20,8 mg/l, e o maior valor de dureza encontrado foi no rio Cuiabazinho (Cuiabá propriamente dito, antes da entrada do afluente do rio Manso) os valores de dureza variaram de 140,8 as 150,9 mg/l.



No rio Cuiabazinho, os valores elevados de dureza e alcalinidade demonstram o reflexo dos tipos de solo e rochas que compõem a bacia de drenagem. Fato importante a ser comentado é que, na região de Nobres, ocorre a exploração do calcário, com isso ocorre uma pulverização de cal no ar, e que é carregado para o rio no período de chuvas.

Para a condutividade da água, os valores mais elevados ocorreram no rio Cuiabazinho (entre 267 e 272 $\mu\text{S}/\text{cm}$) em outubro de 2004; e de 295 a 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em julho de 2005, demonstrando maior concentração de íons dissolvidos. Os valores mínimos registrados ocorreram no rio Manso (entre 38 e 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o período de outubro de 2004); e de 38 a 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em julho de 2005. A baixa condutividade está em função de sua nascente se localizar na região da Chapada dos Guimarães-MT e os íons vêm sofrendo diluição ao longo do percurso.

Segundo Esteves (1988), os valores de condutividade elétrica nos ambientes aquáticos de regiões tropicais estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e de chuva), do que com o estado trófico.

Os valores dos estudos de turbidez efetuados entre todos os pontos dos rios, no município de Nobres, registraram valores, entre 5,62 e 10,9 UNT em outubro de 2004) sendo que, em alguns dias, ocorreram chuvas. Já em julho de 2005, os valores oscilaram entre 2,06 a 2,78 UNT, demonstrando a grande transparência de suas águas.

Diferenças acentuadas foram verificadas para oxigênio dissolvido, com concentração máxima de 8,1 mg/l (no rio Manso), mas com valores baixos (3,9 mg/l) no rio Cuiabá, observados em outubro de 2004. Os valores de concentração de oxigênio em julho de 2005 oscilaram de 5,48 a 6,74 mg/l para o rio Cuiabazinho; de 5,21 a 6,77 mg/l para o rio Manso; e de 5,16 a 5,64 mg/l para o rio Cuiabá (após a entrada do rio Manso).

A quantidade de oxigênio dissolvido na água depende da temperatura e da altitude (pressão atmosférica do local), pois a solubilidade dos gases depende destes fatores. O decréscimo do oxigênio dissolvido na água pode ser ocasionado, também, pelo aumento da temperatura, que aumenta a velocidade das reações bioquímicas que fazem parte do metabolismo celular dos organismos vivos, provocando maior consumo do oxigênio através do aumento da frequência da respiração (Matheus, Moraes, Matsumura-Tundisi & Tundisi, 1995).

Quanto aos valores de temperatura da água, observa-se que o rio Manso possui de 2°C a 3°C abaixo dos valores encontrados para o rio Cuiabazinho e rio



Cuiabá em outubro de 2004. Enquanto que, em julho de 2005, os valores encontrados variaram de 24,17°C a 24,39°C para o rio Cuiabazinho; de 25,39°C a 25,93°C para o rio Manso, e de 25,50°C a 25,56°C para o rio Cuiabá. Isto por que a nascente do rio Manso encontra-se na região da Chapada dos Guimarães, cuja altitude chega entorno de 1.100 metros, portanto, região mais fria.

A temperatura é um dos mais importantes parâmetros físicos de um ambiente aquático, pois na maioria das vezes, influencia e comanda a densidade da água, a viscosidade, o movimento e a oscilação, a difusão dos gases, bem como a distribuição e reprodução de quase todos os organismos desses ambientes.

Esteves (1988) aponta a extensão do período de estratificação térmica e a concentração de matéria orgânica (dissolvida e particulada) da água, como os dois principais fatores que atuam indiretamente, determinando a magnitude dos déficits de oxigênio dissolvido, isto com base nos resultados de pesquisas realizadas em lagos brasileiros.

Deve-se considerar ainda, que em nenhum dos ambientes dos rios da região de Nobres foram observados bancos de macrófitas aquáticas, talvez devido ao fluxo da água. Ressalta-se ainda, que as descargas específicas (l/s/km²) são maiores na região do alto Cuiabá com 15,4 l/s/km², enquanto que na região do baixo Cuiabá (região do Pantanal) são de 0,5 l/s/km².

Referências Bibliográficas

ADÁMOLI, J.A. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito “complexo do Pantanal”. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981. Teresina. **Anais...** Sociedade Brasileira de Botânica, p. 9-119, 1981.

APHA; AWWAS; WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Work Association; Water Pollution Control Federation, 1995. 874 p.

DA SILVA, C.J. **Influência da variação do nível d'água sobre a estrutura e funcionamento de uma área alagável do Pantanal Matogrossense (Pantanal de Barão de Melgaço, MT)**. São Carlos, 1990. 251 p. Tese (Doutorado) – UFSCar.

EMBRAPA. Respostas Ecológicas de longo prazo das enchentes no Pantanal. **Relatório**. CNPq/Projeto PELD PANTANAL. 2001

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

_____. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências. Finep, 1988

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Mato Grosso. **Caracterização hidrográfica do estado de Mato Grosso**: relatório preliminar. Cuiabá: Fema, 1995. 537 p.



GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods of Chemical and Physical Analysis of Freshwater**. IBP Handbook n. 8. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1978. 213 p.

JUNK, W.P. et al. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Publication. **Fisherie and Aquatic Science**, v. 106, p. 110-127, 1989.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). **Methods of seawater analysis**. Weinheim: Verlag Chemie, 1976.

LIMA, D. **Estrutura das comunidades zooplanctônicas e fitoplanctônicas do Lago Recreio, Pantanal de Barão de Melgaço, MT**. São Carlos, 1996. 209 p. Dissertação (Mestrado) – UFSCar, SP.

LUND, J.W.G.; TALLING, J.F. Bical limnological methods with special reference to the algae. **Botanical review**, v. 23, n. 8-9, p. 485-583, 1957.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A.J. de.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. **Manual de Análises Limnológicas**. Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. Universidade Federal de São Carlos, 1995.

PINTO-SILVA, V. **Variações diurnas de fatores ecológicos em quatro lagos naturais do “Pantanal Mato Grossense” e seu estudo comparativo com dois lagos da Amazônia Central e um lago artificial (Represa do Lobo, “Broa”)**. São Carlos, 1980. 281 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos.

PINTO-SILVA, V. **Varição diurna dos principais parâmetros limnológicos nos lagos Recreio e Buritizal - Pantanal Mato-grossense, Barão de Melgaço, MT**. São Carlos, 1991. 322 p. Tese (Doutorado) – UFSCar.

SILVA, C.J.; ESTEVES, F.A. Dinâmica das características limnológicas das Baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 47, 1995. 60 p.

WANTZEN, K.M. Effects of suspended sediments on aquatic organisms in streams in the Upper Rio Paraguay Basin. In: LIEBEREI, H.; Vol, K.; BIANCHI, H. (Ed.). **Proceedings of the 3 SHIFT-Workshop in Manaus 1998**. Hamburg, Germany: Verlag, 1999, p. 519-528. 391 p.

WANTZEN, M. K. Siltation effects on benthic communities in first order streams in Mato Grosso, Brazil. **Verhandlungen Internationale Vereinigung fur Limnologie**, v. 26, p. 1155-1159, 1998.

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. 2ª ed. Springer-Verlog, 1991. 391 p.



Parte II

Análise Citogenética e Genético-molecular das Populações de *Piaractus mesopotamicus*, *Brycon hilarii*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus lineatus* e *Leporinus macrocephalus* dos rios Miranda, Aquidauana, Paraguai (MS), Cuiabá/Manso e do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense (MT).

Professor Titular Ph.D. **Fausto Foresti**
Coordenador Pesquisador Unesp

D.Sc. **José Augusto Senhorini**
Pesquisador Cepta/Ibama

Professor Titular Ph.D. **Lurdes Foresti de Almeida Toledo**
Pesquisadora USP

D.Sc. **Claudio de Oliveira**
Pesquisador Unesp

D.Sc. **Fabio Porto Foresti**
Pesquisador PNUD Cepta/Ibama

D.Sc. **Maria de Fatima Zambelli Daniel Silva**
Pesquisadora PNUD Cepta/Ibama

D.Sc. **Daniela Calcagnotto**
Pesquisadora PNUD Cepta/Ibama



Sumário

Resumo	131
<hr/>	
1. Introdução	133
<hr/>	
2. Objetivos	139
<hr/>	
3. Materiais e Métodos	141
3.1. Materiais	141
3.1.1. Análises citogenéticas	141
3.1.2. Análises moleculares	145
3.2. Métodos	147
<hr/>	
4. Resultados	149
4.1. Análises citogenéticas	149
4.1.1. <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (pintado)	149
4.1.2. <i>Prochilodus lineatus</i> (curimbatá)	149
4.1.3. <i>Leporinus macrocephalus</i> (piaçu)	149
4.1.4. <i>Brycon hilarii</i> (piraputanga)	150
4.1.5. <i>Piaractus mesopotamicus</i> (pacu)	150
4.2. Análises moleculares	150
<hr/>	
5. Discussão e Conclusão	157
<hr/>	
Referências Bibliográficas	165
<hr/>	



Lista das Figuras

Fig.1. Mapa e fotos dos locais de coleta dos exemplares na Bacia do Alto Paraguai.	142
Fig. 2. Espécies analisadas.	143
Fig. 3. Análises citogenéticas do pintado.	150
Fig. 4. Análises citogenéticas do curimbatá.	151
Fig. 5. Análises citogenéticas do piauçu.	152
Fig. 6. Análises citogenéticas da piraputanga.	153
Fig. 7. Análises citogenéticas do pacu.	155

Resumo

A fauna de peixes neotropicais de água doce é bastante rica e diversificada. Estudos atuais apontam para a existência de pelo menos 8.000 espécies neste grupo. Na região do Pantanal encontram-se 264 espécies já descritas. Apesar dos grandes esforços realizados nos últimos anos, o conhecimento sobre a estrutura populacional das espécies de peixes encontradas na região do Pantanal é ainda extremamente restrito. Considerando-se que esse conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de programas de manejo e conservação genética, pretende-se com este projeto caracterizar geneticamente amostras de populações pertencentes a cinco espécies de grande importância para a pesca no Pantanal: *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), *Piaractus mesopotamicus* (pacu), *Brycon hilarii* (piraputanga), *Prochilodus lineatus* (curimatã) e *Leporinus macrocephalus* (piaçu), coletadas em cinco sub-bacias pertencentes à Bacia do Alto Paraguai. São elas: sub-bacias dos rios Paraguai, Miranda e Aquidauana (MS) e dos rios Cuiabá, no Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense e Cuiabá/Manso, em Nobres (MT).

As amostras foram analisadas utilizando-se técnicas citogenéticas (nos casos em que essa metodologia pôde ser aplicada) e moleculares. Os resultados obtidos permitiram uma possível identificação e abrangência dos bancos genéticos naturais existentes, possibilitando, dessa maneira, uma provável delimitação das regiões de maior interesse para preservação do potencial genético dessas espécies. Num segundo momento, as informações serão utilizadas para promover a formação de bancos genéticos cultivados das espécies em estudo. Além disso, a caracterização e diferenciação das espécies nativas têm como objetivo contribuir para o melhor entendimento da dinâmica do processo de hibridação interespecífica em peixes da região, em estudo, e também de fornecer subsídios para o monitoramento de projetos de hibridação a serem desenvolvidos em pisciculturas, na orientação de programas de conservação biológica, possibilitando um manejo adequado dos estoques naturais e cultivados de peixes, da produção de indivíduos diferenciados pelas pisciculturas, com boas características qualitativas e de produtos de qualidade destinados ao consumo alimentar e à pesca esportiva.



1. Introdução

As pesquisas em genética de populações de peixes têm contribuído grandemente para a elucidação de questões relativas à estruturação de populações selvagens ou cultivadas, de diversas espécies, de sua origem e características peculiares, tais como sucesso reprodutivo, taxas de divergências genéticas entre populações, migração, tamanho da população, seleção natural e eventos históricos. Esses estudos são de considerável importância quando se pensa na elaboração de projetos que buscam a conservação dos recursos naturais, cujo principal enfoque é o papel desempenhado pelas variações quanto ao genoma, em respostas ambientais, principalmente às de origem antropogênica (Silvestre Marques, 2002).

Os peixes de água doce da América do Sul e Central compreendem cerca de oito mil espécies, representando 25% de toda a ictiofauna mundial (Vari & Malabarba, 1998). Quando se considera uma dada espécie, a biodiversidade pode estar homoganeamente espalhada por toda a área de distribuição geográfica, ou estar concentrada em determinadas subáreas populacionais designadas estoques, bancos genéticos naturais ou unidades de manejo (Moritz, 1994). Os estoques de peixes, mais especificamente, constituem unidades populacionais naturais que apresentam características biológicas e genéticas peculiares e que ocupam determinadas áreas restritas nos oceanos ou em bacias hidrográficas (Toledo-Filho et al., 1992a).

Considerando-se as características biológicas dos peixes, a grande diversidade da ictiofauna neotropical e a importância da pesca em diversas regiões do mundo, a utilização de marcadores genéticos (citogenéticos e moleculares) pode auxiliar muito nos programas de conservação de recursos pesqueiros (Toledo-Filho et al., 1992b). O monitoramento regular das variações genéticas em estoques pesqueiros faz-se necessário nos programas de conservação, a fim de evitar o declínio da variabilidade genética (Ward & Grewe, 1994).

Nesse contexto, surgiu a expressão biodiversidade, trazendo desde a sua origem, a ideia do conjunto de variabilidade ecológica, representada pelo número de espécies, de uma comunidade e suas interações, e de variabilidade genética, onde o enfoque é a diversidade de alelos nos vários locos de uma espécie (Sole-Cava, 2001). Biodiversidade representa, então, um parâmetro necessário à manutenção do equilíbrio ambiental e ao desenvolvimento sustentável das atividades ligadas diretamente aos recursos naturais (Silvestre Marques, 2002).



A fauna neotropical de peixes de água doce é bastante rica, porém nenhum levantamento completo está ainda disponível para estudos quantitativos. De acordo com Gilbert (1976), na América do Sul deveriam estar presentes cerca de 2.200 espécies e na América Central cerca de 500 espécies (Miller, 1966). Segundo Nelson (1994), nos rios e lagos da região neotropical estão presentes 29 famílias, 36 subfamílias, 523 gêneros e 2.740 espécies de peixes apenas da superordem Ostariophysi. Em um levantamento das tendências históricas de descrição de espécies em Characidae e Loricariidae, feito por Schaefer (1998), o autor estima que possam existir cerca de 8.000 espécies de peixes de água doce neotropicais, o que corresponderia a 25% de todas as espécies de peixes existentes. Esse número é discutido e aceito por Vari e Malabarba (1998), que acrescentam que toda essa diversidade de peixes de água doce neotropicais ocorre em menos de 0,003% da água doce do planeta.

A fauna de peixes do Pantanal pode ser dividida em cinco grandes grupos: Otophysi, Cyprinodontiformes, Cichlidae, invasores marinhos e relitos (Britski et al., 1999). O grupo dos Otophysi compreende a maioria dos peixes do Pantanal, representando aproximadamente 86% de toda a fauna ictiológica. Dentro desse grupo existem três ordens bem distintas: Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes (Britski et al., 1999). Em números gerais, Britski et al. (1999) descrevem a ocorrência, no Pantanal, de 109 espécies de Characiformes, 105 de Siluriformes, 12 de Gymnotiformes, 16 de Cichlidae, 11 de Cyprinodontiformes e 11 espécies pertencentes a outros grupos; assim, o total de espécies na região seria de 264. Nas últimas décadas tem ocorrido um aumento expressivo na conscientização geral sobre a necessidade de conservação da diversidade biológica. Tal preocupação com a manutenção de ambientes e espécies decorre de fatos objetivos, tendo em vista que o incremento em áreas produtivas, como a aquicultura e o controle dos estoques de reprodutores dependem, grandemente, do conhecimento e da manutenção da variabilidade genética das populações naturais. Aspectos referentes ao manejo de espécies coletadas em ambientes naturais e mantidas em pisciculturas envolvem aspectos éticos, assim como justificativas práticas para a conservação da variação genética. O principal objetivo da conservação genética é buscar sempre manter a maior variabilidade genética possível dos estoques, envolvendo, portanto, aspectos da diversidade tanto intra quanto interpopulacional. Essa diversidade genética constitui a fonte básica para as futuras adaptações dos organismos a mudanças ambientais e é, portanto, necessária para garantir a sobrevivência das espécies.

Historicamente, a criação e a atividade de peixamento (soltura de peixes) em determinados ambientes, tem se tornado uma das grandes maneiras de minimizar



o enorme impacto causado í natureza, pelo homem, quer na forma de poluição ou alterações dos cursos d'água. Ainda que tal procedimento possa ser qualificado de necessário e louvável, considera-se que a quantidade de informações científicas disponíveis sobre a efetividade desses procedimentos ainda está aquém das necessidades, tendo em vista a rapidez e o volume de modificações ambientais provocadas pelo processo crescente de industrialização, com decorrências na permanência e distribuição das populações.

A citogenética de peixes neotropicais tem contribuído muito na separação de espécies próximas, e em alguns casos, na elucidação da história evolutiva de espécies e populações. Desse modo, pode-se dizer que a citogenética tem auxiliado na compreensão das relações de parentesco entre ou dentro de diferentes ordens, famílias ou gêneros de uma mesma espécie. Muitas vezes, entretanto, os estudos citogenéticos não são suficientemente eficazes na elucidação de questões evolutivas de espécies e populações de peixes. Desse modo, a utilização de marcadores moleculares juntamente com os marcadores citogenéticos, torna-se, cada vez mais, uma ferramenta indispensável, por exemplo, nos casos em que a identificação das espécies, com base em características morfológicas e citogenéticas, é impossível, bem como na separação de populações próximas geograficamente.

Apesar de as informações citogenéticas observadas durante a elaboração deste trabalho representarem dados citogenéticos iniciais, estes corroboraram com os resultados já obtidos e descritos na literatura científica, tornando-se úteis para guiar futuros programas de cultivo e conservação das espécies. A continuidade da caracterização e do monitoramento será de grande valia para embasar programas de conservação, isto é, para o desenvolvimento de estratégias integradas que busquem preservar a maior diversidade genética possível e que assegurem a presença de recursos naturais.

Um dos objetivos de programas de manejo e conservação de espécies de peixes em cultivo ou na natureza é manter a variação genética existente. Para tanto, a variação genética presente nas populações naturais ou nos estoques de cultivo precisa ser identificada e utilizada como fonte primária em programas que busquem preservar a diversidade genética destes organismos, quer seja objetivando a produção ou a conservação de populações naturais.

O monitoramento genético envolve a análise de características que reflitam a composição genética dos estoques. As abordagens mais usadas atualmente para a obtenção destas informações são as análises de marcadores genético-bioquímicos e morfogenéticos (Toledo Filho et al., 1992b). Embora análises enzimáticas tenham contribuído significativamente para os estudos genéticos em peixes, a utilização



dessa metodologia ainda é muito limitada devido ao baixo nível de polimorfismo detectado em algumas espécies (Ward & Grewe, 1994).

A análise de seqüências de DNA tem revelado maior quantidade de variações, apresentando diversas vantagens sobre as análises alozímicas. Os padrões de DNA mitocondrial (DNAm) e os marcadores moleculares do genoma nuclear (DNAn), por exemplo, os microssatélites, têm sido reconhecidos como potencialmente importantes em estudos de linhagens comerciais e na análise da estrutura populacional de peixes, proporcionando informações bastante seguras sobre os níveis de variabilidade e similaridade genética entre diferentes populações (Toledo-Filho et al., 1992b).

Os microssatélites possuem características que os tornam excelentes marcadores moleculares: eles são abundantes no genoma nuclear; altamente polimórficos, exibindo altos níveis de alelismo e também de heterozigotidade; são marcadores co-dominantes e apresentam herança mendeliana. Além disso, a metodologia empregada para a detecção de variação está baseada em PCR, de modo que quantidades mínimas de DNA são suficientes para as análises (Wright & Bentzen, 1994).

Devido às características anteriormente mencionadas, os marcadores de microssatélites vêm sendo empregados com muito sucesso em uma ampla gama de estudos, incluindo: estrutura genética de populações, padrões de fluxo gênico, análise de parentesco, mapeamento genômico e identificação de QTL (*quantitative trait loci*), estudos de conservação, bem como análises forenses. Além disso, os microssatélites têm revelado polimorfismo em muitas espécies que apresentaram pouca ou nenhuma variação na utilização de outros marcadores, como por exemplo, RAPD (Taylor et al., 1994; Calcagnotto et al., 2001).

A variação nos locos de microssatélites é detectada tradicionalmente em géis de poliacrilamida ou agarose de alta resolução, após amplificação por PCR, utilizando-se pares de *primers* específicos, complementares a seqüências únicas das regiões flanqueadoras da repetição. A visualização das bandas se dá através de coloração com nitrato de prata, brometo de etídeo ou através de auto-radiografia, no caso em que são utilizados *primers* marcados radioativamente (Ferreira & Grattapaglia, 1996). Mais recentemente passou-se a empregar *primers* fluorescentes na reação de PCR e, nesse caso, a detecção é realizada através de seqüenciadores automáticos ou de equipamentos capazes de captar imagens fluorescentes. No entanto, a implantação dessa metodologia alternativa apresenta custos elevados e, no Brasil, está ainda restrita a poucos laboratórios.



Apesar da utilização dos marcadores de microssatélites em estudos de genética de populações e de conservação, trabalhos que relatem o desenvolvimento, caracterização e emprego dos locos de microssatélites em espécies de peixes neotropicais ainda são escassos. A maioria dos estudos encontra-se concentrada em espécies de peixes comercialmente importantes na América do Norte, como a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Morris et al., 1996), a truta-marrom (*Salmo trutta*) (Estoup et al., 1993), o salmão-do-atlântico, (*Salmo salar*) (O'Reilly et al., 1996; McConnell et al., 1997), o bacalhau-do-atlântico (*Gadus morhua*) (Bentzen et al., 1996; Ruzzante et al., 1996), a tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Lee & Kocher, 1996) e o arenque-do-pacífico (*Clupea harengus*) (O'Connell et al., 1998). Recentemente Calcagnotto et al., (2001) isolaram e caracterizaram 8 locos polimórficos de microssatélites em uma espécie de peixe neotropical, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

A caracterização do padrão de distribuição populacional da biodiversidade ictiogenética, que consiste em identificar se uma determinada espécie de peixe apresenta um único, ou vários bancos genéticos, é de fundamental importância para o planejamento adequado não somente de programas de conservação biológica, como também do manejo e exploração racional da ictiofauna neotropical.

Finalmente, é importante ressaltar que, apesar das limitações, os marcadores baseados em microssatélites são empregados com sucesso em vários organismos e representam uma poderosa ferramenta para diversos tipos de estudos genético-evolutivos.



2. Objetivos

Considerando-se a necessidade urgente de promover a conservação e o uso sustentável dos recursos pesqueiros, a gestão da pesca e o desenvolvimento da aquicultura na Bacia do Alto Paraguai, este projeto tem como objetivo identificar espécies e populações de peixes pertencentes a essa região, mediante a utilização de marcadores citogenéticos e genético-moleculares, e o estabelecimento de bancos de material tecidual para análises moleculares.

De modo específico pretende-se:

- 1 – Coletar amostras de cinco espécies de peixes em diferentes pontos identificados nas sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Paraguai, em localidades que poderiam representar aspectos diferenciais nos estoques naturais.
- 2 – Proceder à análise citogenética e genético-molecular das amostras coletadas, procurando caracterizar e representar cada amostra das populações de peixes coletadas.
- 3 – Delimitar a distribuição dos possíveis bancos genéticos naturais e, desse modo, as regiões de maior interesse para a preservação do potencial genético das populações selvagens das espécies eleitas, ou seja, nas áreas biogeográficas onde estas populações já existam naturalmente e estejam historicamente adaptadas.



3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

Foram realizadas, durante o período de 01/01/2002 a 30/06/2005, seis expedições para a coleta de amostras de material biológico para a execução deste projeto, buscando a obtenção de preparações citogenéticas para estudos de identificação cromossômica e estabelecimento de bancos de material tecidual para análises moleculares.

3.1.1. Análises citogenéticas

Para a realização das análises citogenéticas, foram coletados exemplares pertencentes a cinco espécies de peixes de grande importância para a pesca no Pantanal (Figuras 1 e 2), totalizando 173 exemplares, sendo que:

- Na sub-bacia do rio Paraguai (MS) foram coletados 10 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 2 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá) e 4 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), conforme Tabela 1.
- Na sub-bacia do rio Miranda (MS) foram coletados 17 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 8 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 6 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 2 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 1.
- Na sub-bacia do rio Aquidauana (MS) foram coletados 7 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 4 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 5 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 7 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 3 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 1.
- Na sub-bacia do rio Cuiabá/Manso, em Nobres (MT), foram coletados 9 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 12 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 1 exemplar da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 9 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 4 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 1.



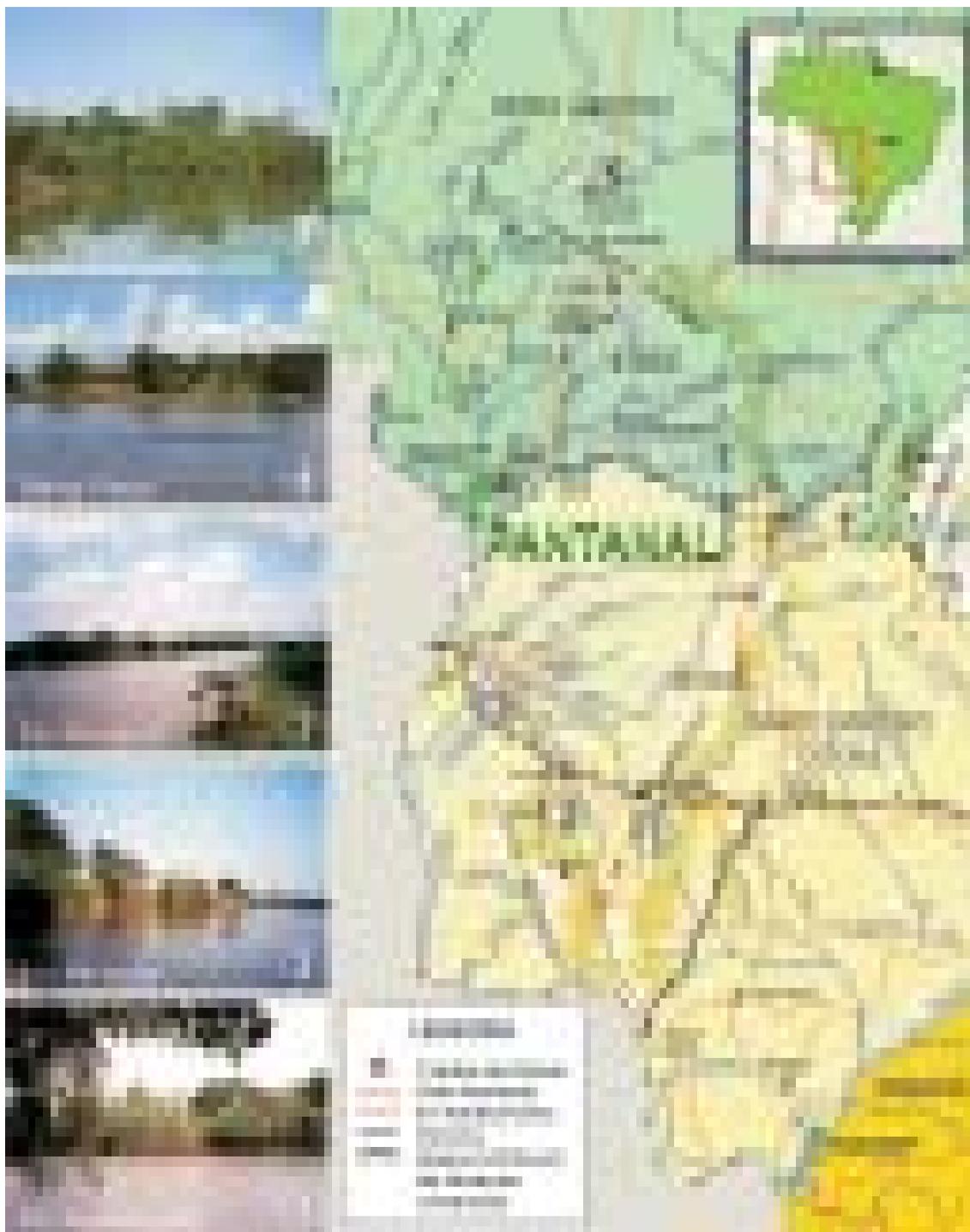
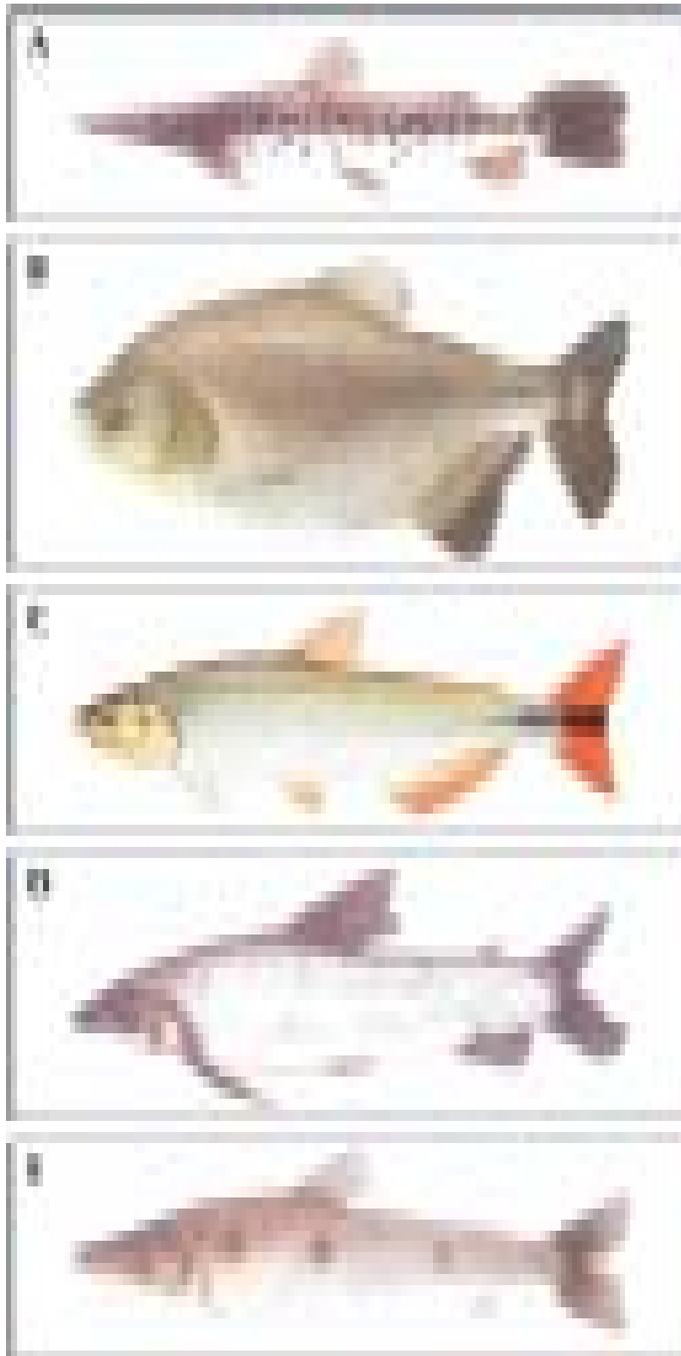


Fig.1. Mapa e fotos dos locais de coleta dos exemplares na Bacia do Alto Paraguai.



Espécies Analisadas



A) *Pseudoplatystoma corruscans*
(pintado)

B) *Piaractus mesopotamicus*
(pacu)

C) *Brycon hilarii*
(piraputanga)

D) *Prochilodus lineatus*
(curimbatá)

E) *Leporinus macrocephalus*
(piaçu)

Fig. 2. Espécies analisadas.



Tab. 1. Exemplos coletados para a realização das análises citogenéticas em cinco sub-bacias da Bacia do Alto Paraguai, compreendendo localidades nos rios Paraguai, Miranda, Aquidauana (MS), Paraguai/Cuiabá (Parna Pantanal) e Cuiabá/Manso, em Nobres, (MT).

Exemplares Coletados – Citogenética								
		1 ^a coleta	2 ^a coleta	3 ^a coleta	4 ^a coleta	5 ^a coleta	6 ^a coleta	Total
Paraguai	Pacu	6	2	2	–	–	–	10
	Curimbatá	2	0	0	–	–	–	2
	Pintado	0	2	2	–	–	–	4
	Piraputanga	0	0	0	–	–	–	0
	Piauçu	0	0	0	–	–	–	0
Miranda	Pacu	7	5	5	–	–	–	17
	Curimbatá	2	3	3	–	–	–	8
	Pintado	0	0	0	–	–	–	0
	Piraputanga	0	3	3	–	–	–	6
	Piauçu	0	1	1	–	–	–	2
Aquidauana	Pacu	7	0	0	–	–	–	7
	Curimbatá	4	0	0	–	–	–	4
	Pintado	1	2	2	–	–	–	5
	Piraputanga	3	2	2	–	–	–	7
	Piauçu	3	0	0	–	–	–	3
Parna Pantanal	Pacu	–	–	–	4	9	7	20
	Curimbatá	–	–	–	3	7	6	16
	Pintado	–	–	–	3	1	4	8
	Piraputanga	–	–	–	3	7	2	12
	Piauçu	–	–	–	3	4	0	7
Cuiabá Nobres	Pacu	–	–	–	3	5	1	9
	Curimbatá	–	–	–	1	6	5	12
	Pintado	–	–	–	1	0	0	1
	Piraputanga	–	–	–	2	4	3	9
	Piauçu	–	–	–	1	2	1	4
Total		35	20	20	24	45	29	173



- Na sub-bacia do rio Paraguai/Cuiabá, no Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense (MT), foram coletados 20 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 16 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 8 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 12 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 7 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 1.

As coletas foram realizadas, quando possível, em dois períodos do ano: na estação seca (com o objetivo de coletar as populações residentes) e na estação reprodutiva (com o objetivo de coletar populações realizando migrações). Em cada coleta, cerca de 50 indivíduos de cada espécie foram amostrados.

Esses exemplares foram trazidos vivos aos laboratórios de campo e mantidos em tanques aerados até o momento da preparação. Cinco exemplares de cada espécie e de cada local de coleta foram fixados em formol 10% e conservados em álcool etílico, 70%, para estudos taxonômicos futuros.

3.1.2. Análises Moleculares

Para a realização das análises moleculares, foram coletadas 1.876 amostras de sangue ou tecido de exemplares pertencentes a cinco espécies de peixes de grande importância para a pesca no Pantanal, sendo que:

- Na sub-bacia do rio Paraguai (MS) foram coletados 102 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 72 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 9 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 53 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), conforme Tabela 2.
- Na sub-bacia do rio Miranda (MS) foram coletados 147 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 162 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 55 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga), 85 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado) e 43 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 2.
- Na sub-bacia do rio Aquidauana (MS) foram coletados 72 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 81 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 14 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 41 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 53 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 2.



Tab. 2. Amostras coletadas para a realização das análises moleculares em cinco sub-bacias da bacia do Alto Paraguai, compreendendo localidades nos rios Paraguai, Miranda, Aquidauana (MS), Paraguai/Cuiabá (Parna Pantanal) e Cuiabá/Manso, em Nobres, (MT).

Amostras Coletadas - Molecular								
		1 ^a coleta	2 ^a coleta	3 ^a coleta	4 ^a coleta	5 ^a coleta	6 ^a coleta	Total
Paraguai	Pacu	17	50	35	–	–	–	102
	Curimbatá	23	1	48	–	–	–	72
	Pintado	1	44	8	–	–	–	53
	Piraputanga	0	0	9	–	–	–	9
	Piauçu	0	0	0	–	–	–	0
Miranda	Pacu	34	111	2	–	–	–	147
	Curimbatá	10	140	12	–	–	–	162
	Pintado	4	32	49	–	–	–	85
	Piraputanga	3	42	10	–	–	–	55
	Piauçu	0	41	2	–	–	–	43
Aquidauana	Pacu	38	29	5	–	–	–	72
	Curimbatá	25	28	28	–	–	–	81
	Pintado	4	5	5	–	–	–	14
	Piraputanga	1	29	11	–	–	–	41
	Piauçu	25	14	14	–	–	–	53
Parna Pantanal	Pacu	–	–	–	44	14	16	74
	Curimbatá	–	–	–	132	59	54	245
	Pintado	–	–	–	22	2	25	49
	Piraputanga	–	–	–	5	44	5	54
	Piauçu	–	–	–	9	4	4	17
Cuiabá Nobres	Pacu	–	–	–	69	8	9	86
	Curimbatá	–	–	–	100	88	67	255
	Pintado	–	–	–	2	5	0	7
	Piraputanga	–	–	–	5	21	30	56
	Piauçu	–	–	–	1	5	6	12
Total		185	566	245	389	250	216	1.851



- Na sub-bacia do rio Cuiabá/Manso, em Nobres (MT), foram coletados 86 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 255 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 7 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 56 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 12 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 2.
- Na sub-bacia do rio Paraguai/Cuiabá, no Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense (MT), foram coletados 74 exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), 245 exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), 49 exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), 54 exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) e 17 exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), conforme Tabela 2.

As amostras de tecido (sangue, músculo, escamas, fragmentos de nadadeiras e/ou brânquias) utilizadas para as análises moleculares, foram fixadas em etanol 95% e armazenadas a 4°C. Para a extração do DNA desses exemplares, uma pequena alíquota é utilizada (cerca de 100ml de sangue ou um pequeno fragmento de músculo ou nadadeira). Desse modo, ainda existem amostras de sangue e tecidos da maioria dos exemplares coletados, sendo possível, se necessário, repetir determinadas metodologias, mais de uma vez. Todas as amostras encontram-se depositadas no Laboratório de Ictiogenética do Instituto de Biociências da USP, São Paulo.

3.2. Métodos

Para a análise citogenética das amostras obtidas, foram utilizadas algumas metodologias específicas. São elas: estimulação de mitoses (Oliveira et al., 1988), preparações diretas de células renais in vitro (Foresti et al., 1993), preparações diretas de células renais in vivo (Foresti et al., 1981), coloração convencional com Giemsa, coloração das regiões organizadoras de nucléolo (RONs) com nitrato de Prata (Howell & Black, 1980) e o método de identificação e caracterização do padrão de distribuição da heterocromatina constitutiva (Sumner, 1972). Todas as preparações citogenéticas obtidas foram realizadas durante as expedições, em que um laboratório de campo móvel foi montado, contendo todos os equipamentos e soluções necessárias e indispensáveis para o processamento dos animais. Desse modo, foram realizadas algumas adaptações metodológicas de acordo com as condições apresentadas em cada local de coleta.

O DNA total de exemplares de *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), *Piaractus mesopotamicus* (pacu), *Brycon hilarii* (piraputanga), *Prochilodus lineatus* (curimbatá) e *Leporinus macrocephalus* (piaçu) foi obtido a partir de sangue ou



tecidos sólidos (fígado, músculo ou nadadeiras). Preferencialmente, foram utilizados como principal material, o sangue, buscando evitar o sacrifício dos animais e obter DNA de boa qualidade e em grande quantidade. Imediatamente após a coleta, os tecidos foram fixados em etanol 95%/100mM EDTA pH 8,0, em tubos eppendorfs de 2,0 ml (coletar no mínimo 300ml de sangue com o auxílio de uma seringa contendo EDTA 0,5M ou heparina 10%, para evitar coagulação). Agitar o tubo contendo a amostra de sangue, cuidadosamente, para homogeneizar a solução. Para melhor preservação dos tecidos, por um longo período, estes foram mantidos a 4°C.

A extração de DNA foi realizada utilizando o kit Wizard™ Genomic DNA Purification (Promega), seguindo as especificações do fabricante, com pequenas modificações. A integridade e a quantidade das amostras de DNA obtidas foram analisadas através de eletroforese em gel de agarose 1% imerso em tampão TAE 1x (Tris-Ácido acético-EDTA), posteriormente corado com brometo de etídio (10mg/ml) (Sambrook & Russell, 2001) e visualizado em transiluminador (Hoefer UV-25), sob luz ultravioleta. A qualidade do DNA obtido foi também avaliada em espectrofotômetro (GeneQuant II - Amersham Pharmacia Biotech), através da comparação de absorbância a 260-280nm que indica a relação DNA/RNA.

O protocolo de obtenção de marcadores de microssatélites envolveu os seguintes passos: construção de uma biblioteca de fragmentos genômicos pequenos (300 a 500 pares de bases), que foram selecionados para a presença de microssatélites, utilizando-se sondas sintéticas complementares aos elementos repetidos mais comuns no organismo. Os clones positivos foram seqüenciados e pares de *primers* específicos foram construídos para seqüências únicas cuidadosamente selecionadas, utilizando-se programas de computador específicos, de cada lado do microssatélite. A seguir, foi feita a amplificação dos segmentos de interesse em um ciclador térmico de PCR utilizando-se os *primers* construídos, com a finalidade de verificar os níveis de polimorfismo, ou seja, o número de alelos detectados na população.



4. Resultados

4.1. Análises citogenéticas

4.1.1. *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado)

Os resultados das análises citogenéticas dos exemplares da espécie *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), coletados nos rios Aquidauana, Miranda, Paraguai (MS), rios Paraguai e Cuiabá (Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense) e rio Cuiabá/Manso, Nobres (MT), apresentaram número diplóide modal de $2n=56$ cromossomos (Figura 3a). As regiões organizadoras de nucléolo (RONs) foram localizadas em posição terminal nos braços curtos de um par de cromossomos do tipo subtelocêntrico (Figura 3b). As regiões de heterocromatina constitutiva foram identificadas como pequenos blocos na região pericentromérica de alguns pares cromossômicos. Marcações conspícuas também foram observadas nas regiões terminais de alguns cromossomos, para todas as localidades analisadas (Figura 3c).

4.1.2. *Prochilodus lineatus* (curimbatá)

Os resultados das análises citogenéticas dos exemplares da espécie *Prochilodus lineatus* (curimbatá), coletados nos rios Aquidauana, Miranda, Paraguai (MS), Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense e rio Cuiabá, Nobres (MT), apresentaram número diplóide modal de $2n=54$ cromossomos (Figura 4a). As regiões organizadoras de nucléolo (RONs) foram observadas na região intersticial do braço longo de um par de cromossomos submetacêntricos (Figura 4b). As regiões de heterocromatina constitutiva se encontraram distribuídas em regiões centroméricas e pericentroméricas, na maioria dos pares cromossômicos, para todas as localidades analisadas (Figura 4c).

4.1.3. *Leporinus macrocephalus* (piaçu)

Os resultados das análises citogenéticas dos exemplares da espécie *Leporinus macrocephalus* (piaçu), coletados nos rios Aquidauana, Miranda, Paraguai (MS), Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense e Cuiabá, Nobres (MT), apresentaram número diplóide modal de $2n=54$ cromossomos, tanto para exemplares machos quanto para exemplares fêmeas (Figura 5a). As regiões organizadoras de nucléolo (RONs) foram localizadas na posição terminal no braço longo de um par de



cromossomos submetacêntricos (Figura 5b). As regiões de heterocromatina constitutiva se encontraram distribuídas em regiões centroméricas e pericentroméricas na maioria dos pares cromossômicos, além de blocos heterocromáticos terminais em alguns pares, para todas as localidades (Figura 5c).

4.1.4. *Brycon hilarii* (piraputanga)

Os resultados das análises citogenéticas dos exemplares da espécie *Brycon hilarii* (piraputanga) coletados nos rios Aquidauana, Miranda, Paraguai (MS), Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense e Cuiabá, Nobres (MT), apresentaram número diplóide modal de $2n=50$ cromossomos (Figura 6a). As regiões organizadoras de nucléolo (RONs) foram localizadas em posição terminal no braço longo de um par de cromossomos submetacêntricos (Figura 6b). As regiões de heterocromatina constitutiva se encontram em regiões centroméricas e pericentroméricas na maioria dos pares cromossômicos, bem como alguns pares de cromossomos apresentam blocos heterocromáticos terminais bem definidos, em todas as localidades analisadas (Figura 6c).

4.1.5. *Piaractus mesopotamicus* (pacu)

Os resultados das análises citogenéticas dos exemplares da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu) coletados nos rios Aquidauana, Miranda, Paraguai, (MS), Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense e Cuiabá, Nobres (MT), apresentaram número diplóide modal de $2n=54$ cromossomos (Figura 7a). As regiões organizadoras de nucléolo (NORs) foram localizadas em posição terminal no braço longo de um par de cromossomos do tipo metacêntricos e na região terminal do braço curto de um par de cromossomos submetacêntricos (Figura 7b). As regiões de heterocromatina constitutiva se encontraram distribuídas nas regiões centroméricas e pericentroméricas, na maioria dos pares cromossômicos, havendo dois pares marcadores, os pares 5 e 6, para todas as localidades analisadas (Figura 7c).

4.2. Análises moleculares

Como parte do processo de identificação molecular de exemplares das espécies *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Brycon hilarii* (piraputanga), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Leporinus macrocephalus* (piaçu), em cinco sub-bacias da Bacia do Alto Paraguai, foram utilizados 1.876 amostras de sangue ou tecido. Durante esse período foi realizada a extração de DNA de cerca de 60% das amostras de sangue e tecidos coletados até o momento.



Pseudoplatystoma corruscans (2n=56)

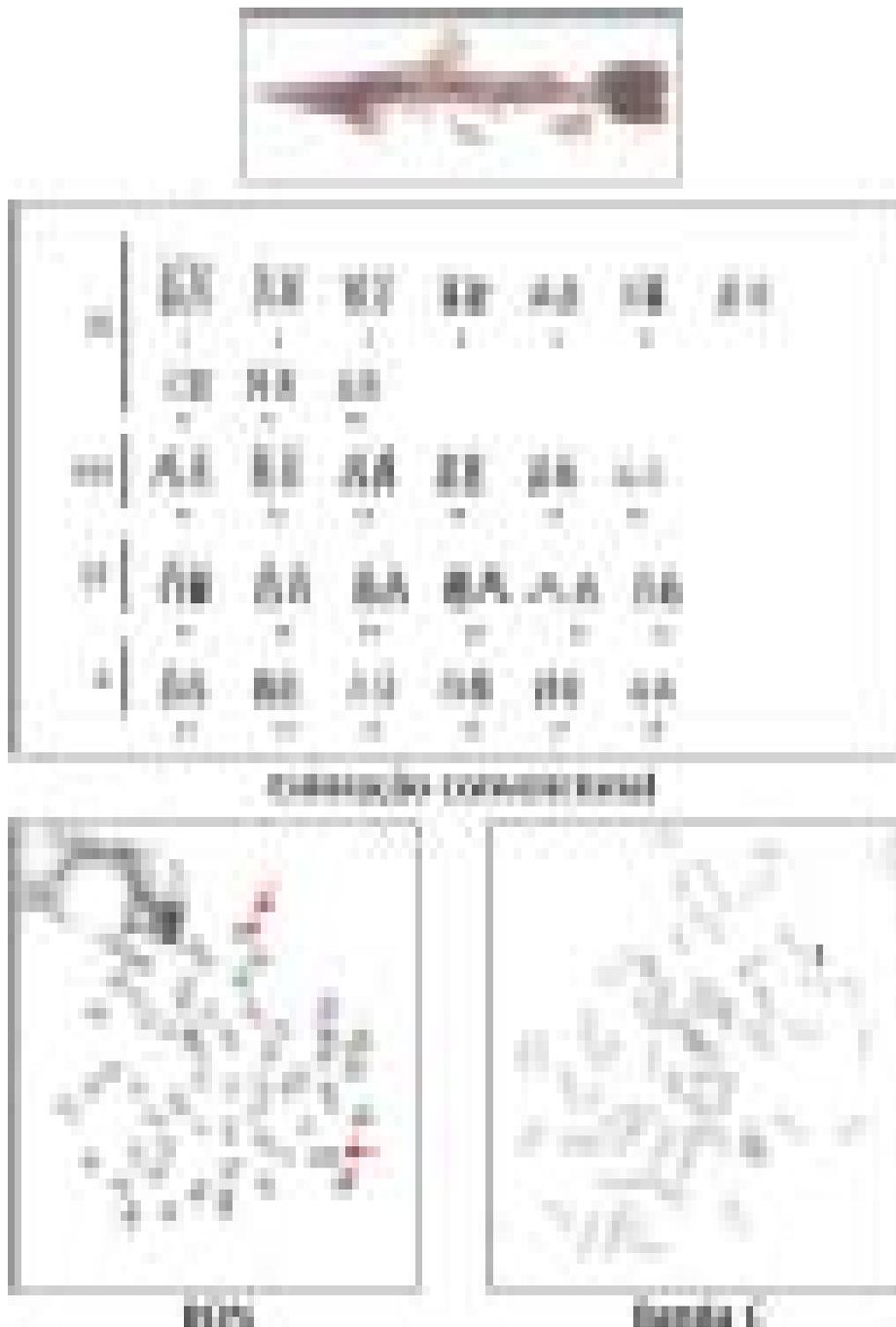


Fig. 3. Análises citogenéticas do pintado.



***Prochilodus lineatus* (2n=54)**

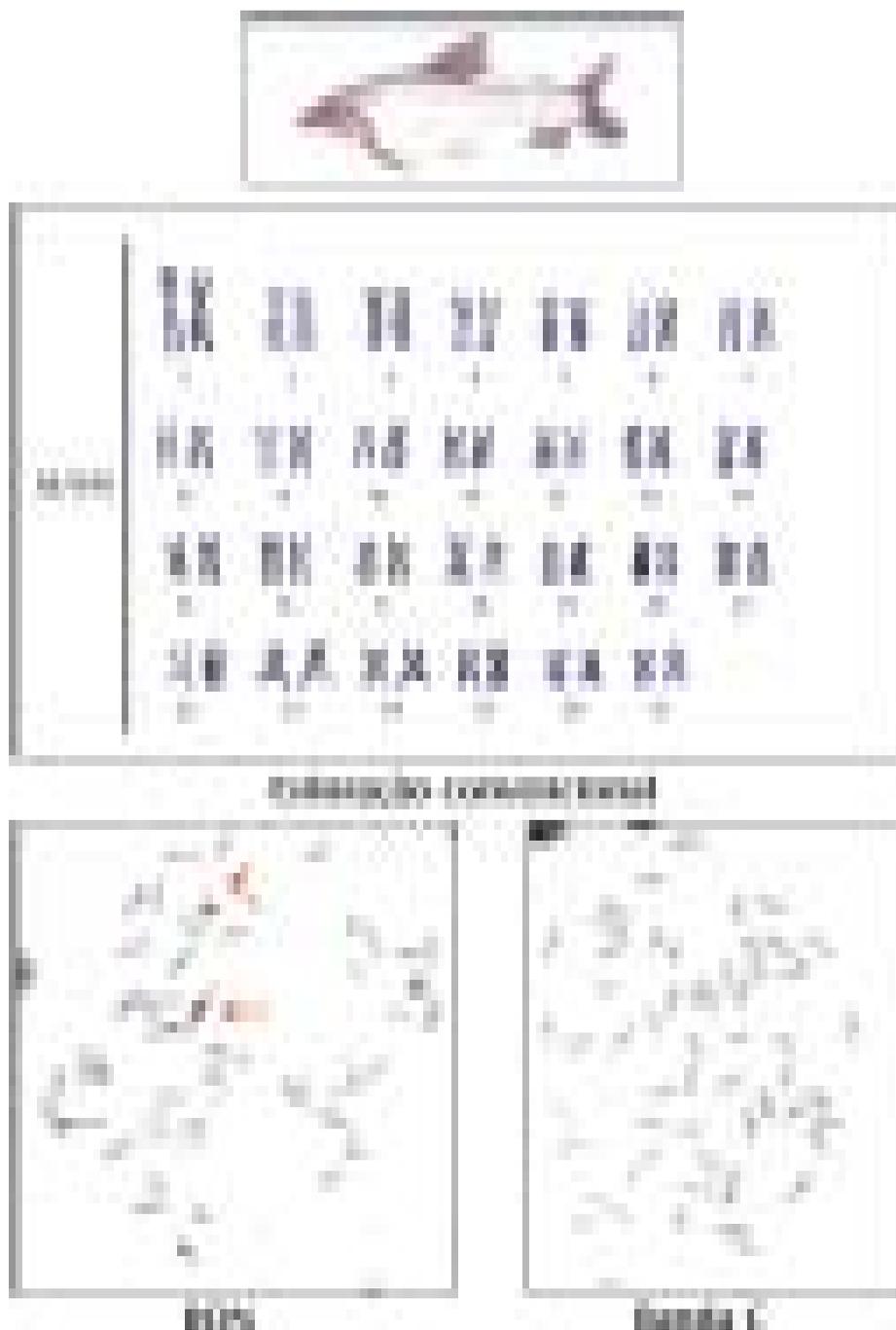


Fig. 4. Análises citogenéticas do curimatá.



Leporinus macrocephalus 2n=54)

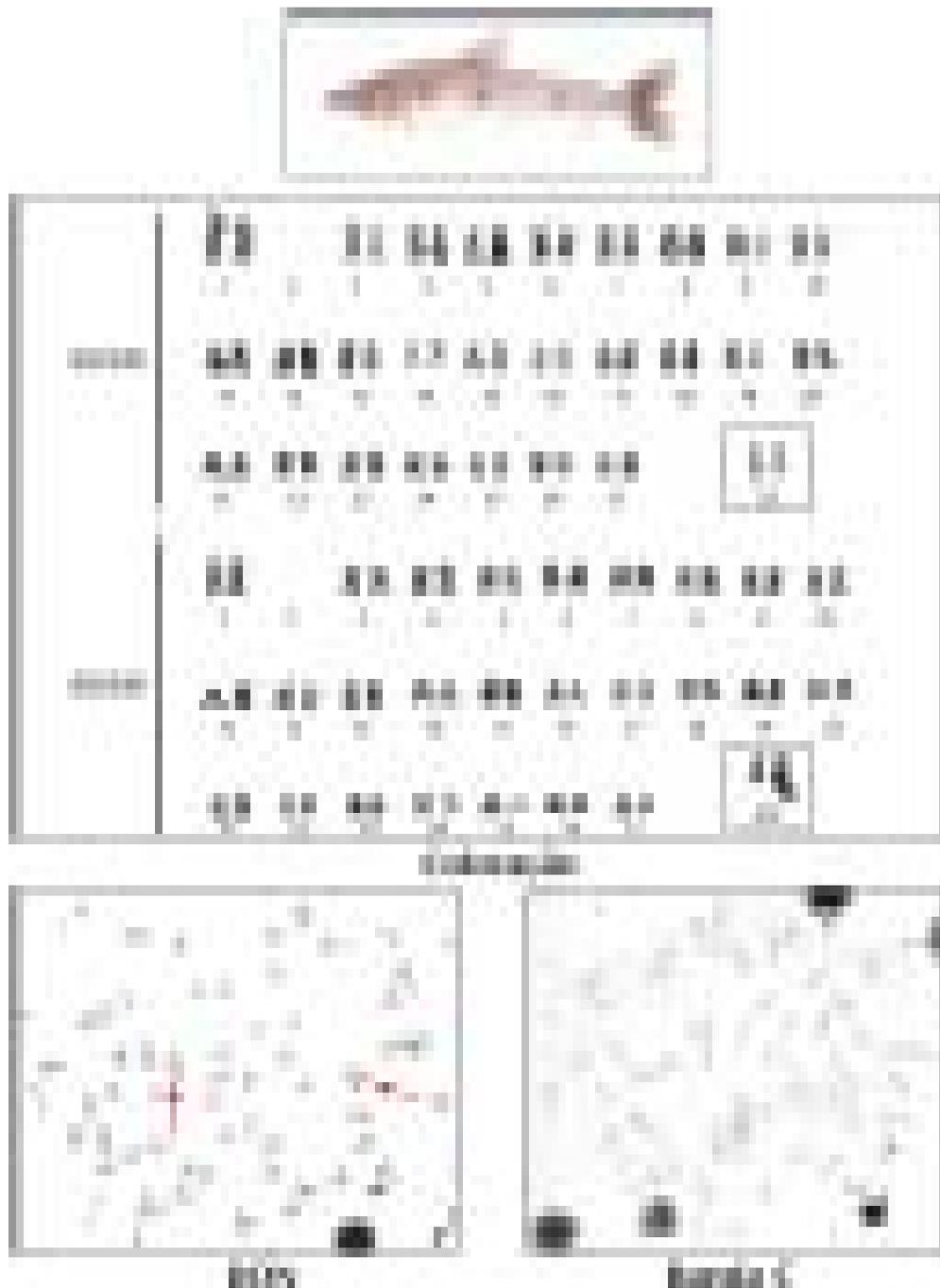


Fig. 5. Análises citogenéticas do piauçu.



***Brycon hilarii* (2n=50)**

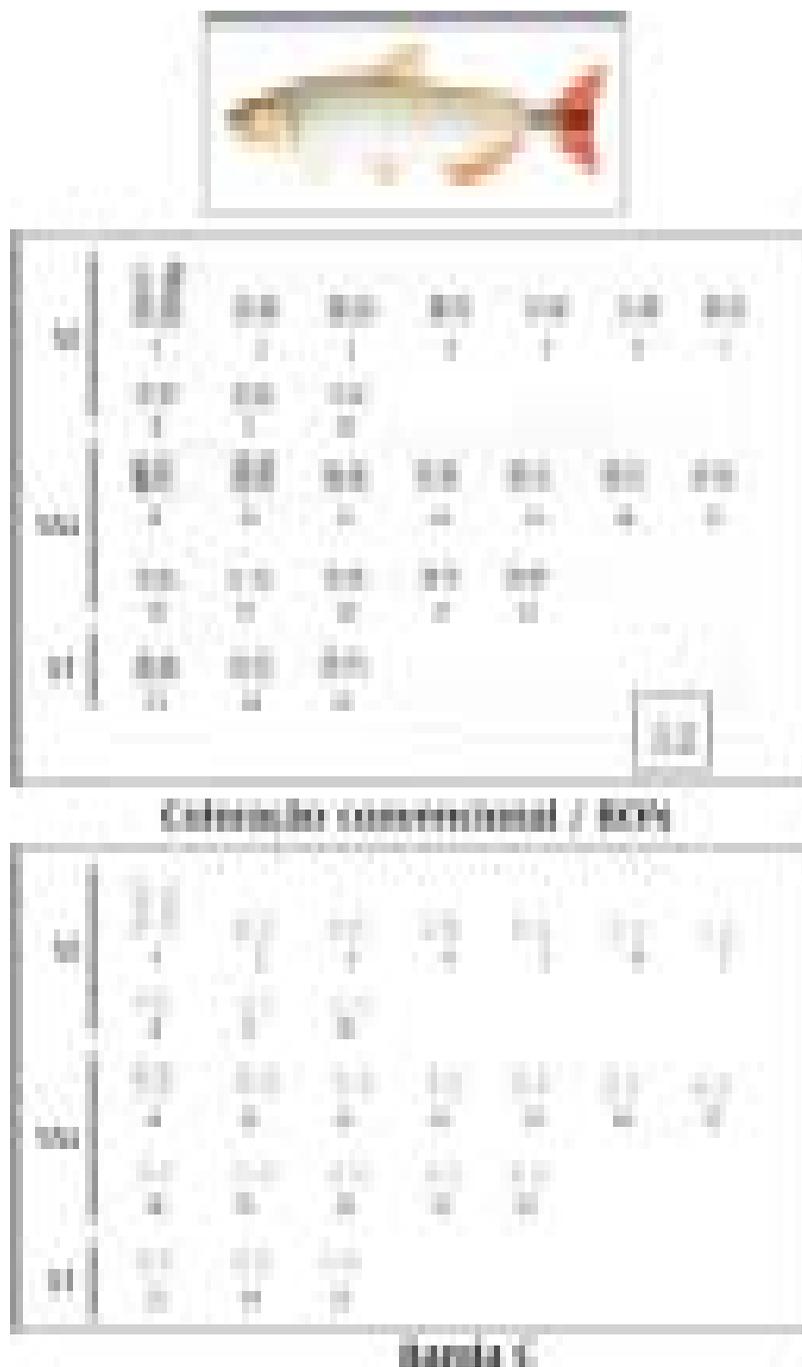
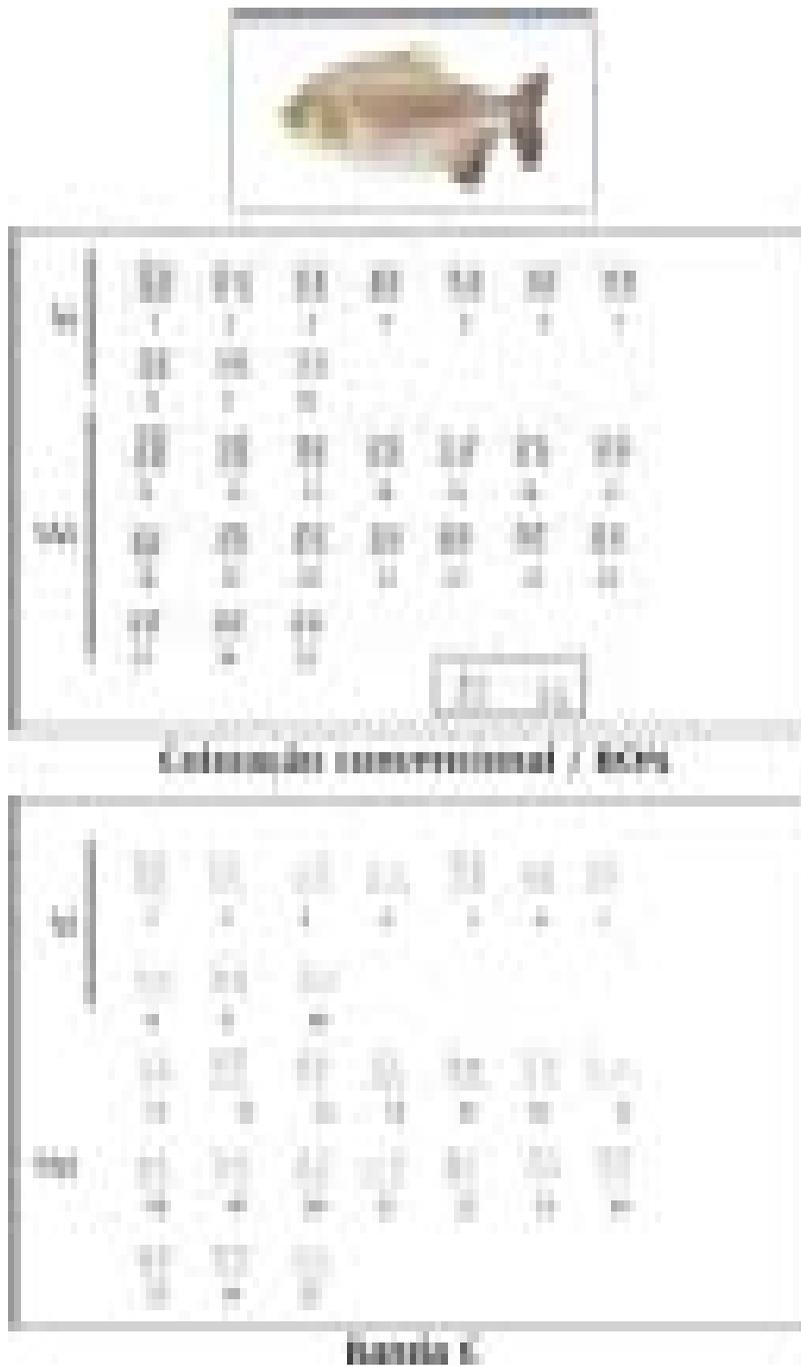


Fig. 6. Análises citogenéticas da piraputanga.



***Piaractus mesopotamicus* (2n=54)**



Com relação à *Piaractus mesopotamicus* (pacu), após a extração de DNA total, as análises prosseguiram com a utilização da metodologia descrita anteriormente para a obtenção de marcadores de microssatélites. Foram analisados 114 exemplares, sendo 70 no rio Miranda, 12 no rio Aquidauana, 9 no rio Cuiabá e 33 no rio Paraguai. Os resultados observados serão apresentados a seguir. A diluição das amostras se mostrou adequada para a leitura da fluorescência.

O tamanho dos alelos no DNA utilizado como controle positivo foi o mesmo que o detectado em experimentos anteriores, atestando a integridade dos oligonucleotídeos e a calibragem do seqüenciador automático. A padronização dos procedimentos para a amplificação e genotipagem dos locos de microssatélites de *P. mesopotamicus* foi satisfatória e permite a continuidade do projeto e a análise de outras populações. Até o momento não foram detectados alelos novos nos exemplares coletados nos rios Paraguai e Cuiabá.

As análises estatísticas que possibilitarão a caracterização genética da espécie *Piaractus mesopotamicus* (pacu), bem como das demais espécies descritas anteriormente, somente poderão ser realizadas quando todas as amostras forem analisadas.



5. Discussão e Conclusão

Nos últimos anos, as análises genéticas têm se constituído num dos principais focos de interesse em estudos populacionais e/ou de conservação biológica, já que um grande número de espécies tem sido considerado ameaçado ou em processo de extinção. Entre os vertebrados, diversas espécies e/ou populações de peixes neotropicais vêm sofrendo um declínio acentuado em diferentes sistemas hidrográficos brasileiros (Godoy, 1975; Azevedo, 1972; Braga, 1982; Mendonça & Melo, 1994; Narahara et al., 1994; Ceccarelli & Senhorini, 1996) e ações de conservação se fazem extremamente necessárias e urgentes.

Considerando-se as características biológicas dos peixes, a grande diversidade da ictiofauna neotropical e a importância da pesca em diversas regiões do mundo, a utilização de marcadores genéticos pode auxiliar muito nos programas de conservação de recursos pesqueiros. O monitoramento regular das variações genéticas nos estoques pesqueiros faz-se necessário nos programas de conservação, a fim de evitar o declínio da variabilidade genética.

A citogenética de peixes neotropicais tem contribuído na separação de espécies próximas e, muitas vezes, na elucidação da história evolutiva de espécies e populações. Portanto, tem auxiliado na compreensão das relações de parentesco entre ou dentro de diferentes ordens, famílias ou gêneros de uma mesma espécie. Muitas vezes, entretanto, os estudos citogenéticos não são suficientemente eficazes na elucidação de questões evolutivas de espécies e populações de peixes. Assim, os marcadores moleculares tornam-se ferramentas muito importantes na identificação de espécies, principalmente quando estas não são diferenciadas através de análises morfológicas e citogenéticas, bem como na comparação de populações próximas geograficamente.

Neste projeto, as análises citogenéticas foram realizadas a partir de preparações citológicas para estudos de identificação cromossômica utilizando-se células de rim posterior e anterior. Os resultados citogenéticos obtidos para estas populações, portanto, não diferem daqueles já descritos anteriormente na literatura, podendo-se, sob o ponto de vista citogenético, concluir que o conjunto desses rios apresenta, para essas espécies, os mesmos cariótipos, ou seja, que essas espécies são conservadas quanto a essas características. Essa evidência sugere que não existam barreiras impedindo o contato entre essas populações ou, se houver, são relativamente recentes, não tendo havido tempo suficiente para o surgimento de diferenças cariotípicas detectáveis entre elas.



Entre os diferentes procedimentos para a realização de análises genéticas e principalmente para a obtenção de DNA de animais, as amostragens não-invasivas têm sido amplamente utilizadas uma vez que permitem a análise de diversos indivíduos sem a necessidade do sacrifício, do manuseio estressante ou mesmo da captura e observação destes. Entretanto, esta estratégia geralmente resulta na obtenção de pequena quantidade de DNA, de baixa qualidade, além de não permitir a identificação dos indivíduos, o que limita a sua utilização. As amostragens não destrutivas, que implicam a retirada de tecidos (sangue, pele, escamas e músculo, através de biópsia) sem danos sérios aos animais, podem explorar todo o potencial das análises de DNA, incluindo a determinação individual e o sexo, estimativas de relações entre indivíduos, reconstrução de linhagens, determinação do tamanho efetivo da população e os níveis de polimorfismo genético intra e interpopulacional.

As fontes mais utilizadas para a obtenção de DNA em peixes são músculo e fígado. Entretanto, fontes não destrutivas são mais adequadas, especialmente no caso de análise de um grande número de indivíduos e/ou de espécies ameaçadas. Embora o DNA possa ser obtido com sucesso a partir de fragmentos de músculo ou de amostras de sangue de peixes, sem sacrifício dos animais, os indivíduos adultos de algumas espécies são, muitas vezes, de pequeno tamanho, não apresentando porte suficiente para serem amostrados por meio de biópsia muscular ou retirada de sangue.

Diante disso, o primeiro passo deste projeto relacionou-se à elaboração de uma metodologia não destrutiva para a obtenção do DNA em peixes, incluindo, entre estes, as cinco espécies em estudo, *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), *Prochilodus lineatus* (curimatã), *Piaractus mesopotamicus* (pacu), *Brycon hilarii* (piraputanga) e *Leporinus macrocephalus* (piaçu). A metodologia aplicada permitiu não somente o isolamento de grandes quantidades de DNA de alta qualidade, a partir das amostras de sangue, como também a manutenção de todos os indivíduos amostrados, sem qualquer distúrbio à sua saúde e/ou ao seu comportamento.

Todas as amostras coletadas de *Piaractus mesopotamicus* (pacu) já foram submetidas, com sucesso, à extração de DNA. Essas amostras estão em fase final de genotipagem, onde seis dos oito locos que serão empregados já foram analisados para que então se possa proceder às análises estatísticas nessa espécie.

As amostras das outras espécies incluídas no projeto encontram-se em diferentes fases de extração de DNA. Para aquelas onde os “primers” de microssatélites já foram descritos na literatura, o próximo passo é a genotipagem. Para as demais espécies, deverá ser construída uma biblioteca genômica enriquecida de microssatélites, para que seja possível a elaboração de “primers” específicos. Só então poderemos proceder à genotipagem.



Programas de manejo e reprodução apropriados e uniformes devem ser estabelecidos para prevenir altos níveis de depressão endogâmica que, provavelmente, resultarão do atual modelo de manejo utilizado no programa de cultivo das espécies. Para suportar tais programas, informações genéticas das populações naturais são fundamentais.

As informações citogenéticas e as demais informações moleculares obtidas no decorrer deste projeto permitirão avaliar a abrangência dos possíveis bancos genéticos naturais destas espécies, possibilitando a delimitação de regiões de interesse para a preservação do seu potencial genético.

Apesar de as informações obtidas com as análises realizadas representarem apenas dados genéticos iniciais, os resultados já são úteis para guiar futuros programas de cultivo e conservação das espécies. A continuidade da caracterização e do monitoramento será de grande valia para embasar programas de conservação, i.e., para o desenvolvimento de estratégias integradas que busquem preservar a maior diversidade genética possível e que assegurem a presença de recursos naturais.

Além disso, não podemos desconsiderar que a piscicultura vem assumindo um importante papel na economia nacional, com importante expressividade na região desde presente estudo, sendo uma alternativa de diversificação de negócios agropecuários otimizando recursos disponíveis e resíduos não aproveitados em propriedades rurais. Estudos que analisam os fatores econômicos evidenciam uma tendência crescente dessa atividade em todas as regiões do Brasil e dão suporte à expansão das criações de peixes (Scorvo-Filho et al., 1998).

A partir da década de 1980, abordagens genéticas passaram a contribuir de maneira efetiva nos programas de criação de peixes. Com o emprego de técnicas clássicas e modernas, passou a ser possível a manipulação cromossômica e a obtenção de linhagens que apresentassem vantagens para a sua comercialização (Toledo-Filho et al., 1996). As técnicas de manipulação cromossômica em piscicultura vêm sendo gradativamente incorporadas à rotina dos programas desenvolvidos em nosso país, desde há alguns anos, acompanhando as atividades realizadas em âmbito mundial (Toledo-Filho et al., 1996). Este momento de desenvolvimento e inovação exige, contudo, uma real compreensão das vantagens e conseqüências da aplicação destas novas metodologias.

A hibridação interespecífica, buscando principalmente o aumento da produtividade e a obtenção de linhagens estéreis, aparece com destaque entre as metodologias clássicas de manipulação genética que mais têm sido aplicadas nas



pisciculturas brasileiras. Esta atividade já faz parte da rotina de trabalho de muitas estações de piscicultura, algumas situadas na região do Pantanal, área de estudo deste projeto. As vantagens apresentadas pelo uso dessa tecnologia apresentam-se na facilidade de manejo e na sua execução prática, que permitem a sua aplicação até mesmo em cultivos do tipo extensivo.

O fenômeno da hibridação é definido como uma fusão de dois patrimônios genéticos diferentes, cujos produtos podem apresentar caracteres taxonômicos intermediários (Mayr, 1963). Para alguns pesquisadores, a hibridação natural é considerada um fenômeno com importante papel para a evolução dos organismos, podendo produzir genótipos que estabelecem novas linhagens evolutivas (Arnold & Hodges, 1995). Em trabalhos realizados com medidas de adaptação ambiental em híbridos com relação a seus parentais, os mesmos autores observaram que de 37 linhagens estudadas, 27 apresentaram um nível maior de adaptação ambiental em relação ao controle parental. Por outro lado, Mayr (1963) aponta que, nos animais, a hibridação natural bem-sucedida é um fenômeno raro.

Os estudos de hibridação em peixes iniciaram-se ao final do século XIX, segundo Chevassus (1983) e tiveram impulso a partir de 1919, na América do Norte, com Carl Hubbs e seus colaboradores que, ao estudar peixes de água doce, acumularam evidências de que cruzamentos entre espécies desse grupo eram freqüentes na natureza. Seus experimentos com hibridações naturais ou induzidas por hormônios, em laboratório, com espécies do gênero *Lepomis* confirmaram suas observações (Hubbs, 1955). Verifica-se atualmente que, entre os peixes, a hibridação é um fenômeno bastante comum (Hubbs, 1955, 1961), se comparado ao que ocorre nos diversos grupos de vertebrados. Isto ocorre pela própria condição ecofisiológica do grupo, que apresenta características peculiares.

Entre essas características que facilitam o surgimento de espécimes híbridos estão a fertilização externa, o mecanismo de isolamento, a competição por territórios de desova, a abundância de espécies e a convivência em ambientes limitados. Esses fatores favorecem e tornam comum o intercruzamento de espécies de peixes, resultando na produção de híbridos F1, viáveis ou não. Acredita-se, ainda, que mudanças ambientais e a ação humana podem também contribuir para a hibridação em peixes, segundo exemplos relatados por Hubbs & Miller (1953). De modo geral, a literatura relaciona dados de hibridação entre populações alopátricas e naturalmente simpátricas (Hubbs & Miller, 1953; Nelson, 1966, 1973; Stevenson & Buchanon, 1973). As pesquisas de Hubbs (1955) demonstraram a existência de híbridos interespecíficos viáveis.



Híbridos de peixes tendem a apresentar, como via de regra, caracteres taxonômicos intermediários entre as espécies parentais, em relação à anatomia interna e externa, à coloração, estrutura e forma geral do corpo, ao tamanho e cor das escamas, ao número de caracteres merísticos (vértebras, rastros branquiais, raios de nadadeiras e dentes), ao tamanho da cabeça e proporções com relação às medidas do tronco (Hubbs, 1955). As exceções refletiriam, então, características de vigor híbrido.

A maioria dos híbridos naturais de peixes encontra-se entre exemplares de águas continentais, onde a frequência de hibridação e especiação é bem mais alta, contrastando com espécies marinhas, nas quais híbridos são raros (Hubbs, 1955). Apesar de as águas continentais representarem somente 0,01 % da quantidade de água total do planeta, atualmente os peixes de água doce somam mais de 10.000 espécies descritas (com uma estimativa de 5.000 somente na América do Sul e América Central), 40% da totalidade de espécies de peixes mundialmente já estudadas (Lundberg et al. 1998). No Brasil, espécimes híbridos interespecíficos naturais foram descritos por Almeida-Toledo et al. (1992) no gênero *Eigenmannia* (Gymnotiformes, Sternopygidae) e por Porto-Foresti et al. (2002) no gênero *Symbranchus*, ambos capturados na bacia do rio Tietê, que foram identificados pela análise citogenética. Em termos de hibridação artificial, uma grande quantidade de tipos de híbridos interespecíficos está sendo atualmente produzida, atingindo escala comercial nas pisciculturas do país.

Em trabalhos com indivíduos de populações naturais ou resultantes de cruzamentos artificiais entre espécies distintas de peixes, Chevassus (1983) determinou que resultados genéticos diferentes de uma hibridação podem ocorrer, de acordo com a natureza e a ploidia das linhagens parentais. Esta problemática, posteriormente rediscutida por Toledo-Filho et al. (1994), propõe que o projeto de hibridação que utilizar como parentais fêmeas (FF) e machos (MM) diplóides simples poderá produzir oito diferentes tipos genéticos, identificados como ginogenéticos haplóides (F) e diplóides (FF), androgenéticos haplóides (M) e diplóides (MM), híbridos diplóides simples (FM), triplóides, que podem apresentar dois complementos cromossômicos do parental fêmea e um do macho (FFM), ou dois complementos do macho e um da fêmea (MMF) e tetraplóides (FFMM).

No Brasil, o uso da metodologia de hibridação artificial em peixes teve início há cerca de 25 anos envolvendo tilápias e foi realizado pelo Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS), no Nordeste (Toledo-Filho et al., 1998). Subseqüentemente, utilizando a mesma tecnologia, o Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros (Cepta/Ibama, Pirassununga, SP) produziu, em 1985, o “tambacu”, híbrido



interespecífico entre fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e macho de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Bernardino et al., 1986).

Segundo Toledo-Filho et al. (1994), existem pelo menos quatro tipos principais de problemas práticos a serem solucionados em programas de hibridação artificial, que são relacionados aos produtos genéticos resultantes de uma hibridação bem-sucedida, às metodologias genéticas mais apropriadas para a identificação dos produtos da hibridação, à avaliação da fertilidade ou esterilidade dos híbridos e aos riscos biológicos potenciais dos híbridos para a integridade genética das espécies parentais selvagens e cultivadas. Chevassus (1983) verificou que os peixes híbridos podem apresentar desde gônadas alteradas, que resultam em completa esterilidade dos indivíduos, até gônadas com maturação sexual normal, em ambos os sexos. Neste último caso, é possível ocorrer retrocruzamentos com os parentais, resultando no aparecimento de uma linhagem F_2 , como já foi verificado que acontece com os salmonídeos (Terao et al., 1965); com os acipenserídeos (Burtzev & Serebryakova, 1973) e com os ciclídeos (Hickling, 1960).

Outro problema relativo à produção de híbridos refere-se à avaliação dos reais riscos que esses animais apresentam para as populações selvagens e cultivadas das espécies parentais. Para isso, a determinação do tipo genético produzido, a identificação dos graus de fertilidade ou esterilidade e a caracterização morfo genética são as primeiras etapas a serem analisadas, segundo Toledo-Filho et al. (1994). Com esses dados, pode-se avaliar a intensidade do impacto genético-ecológico decorrente da introdução dos híbridos e suas implicações nos programas de conservação dos estoques selvagens e cultivados das espécies parentais.

Em estoques cultivados, a grande semelhança morfológica dos híbridos com os seus parentais pode causar misturas ocasionais destes e resultar na formação de plantéis de reprodutores contendo indivíduos portadores de esterilidade zigótica ou gamética. Segundo Ferguson e Thorpe (1991), em pisciculturas da Hungria e da ex-Tchecoslováquia, a presença de híbridos nos estoques parentais de carpas-cabeça-grande e carpa-prateada, detectados numa proporção de cerca de 2% a 8%, foi considerada a causa dos problemas de “contaminação genética” nesses estoques. Em populações selvagens, por outro lado, os resultados do impacto genético dos híbridos tornam-se bem mais difíceis de serem previstos, uma vez que variam de intensidade conforme os indivíduos apresentem fertilidade total, parcial ou nula, ou ainda, se são provenientes de parentais nativos ou exóticos.

Em certos casos, os híbridos estéreis são fisiologicamente incapazes de retrocruzar com os parentais, segundo Toledo-Filho et al. (1994); contudo, competem por espaço e alimento com os peixes selvagens. Essa situação agrava-se quanto



maior for o número de híbridos introduzidos. Por outro lado, híbridos com esterilidade zigótica apresentam desenvolvimento gonadal parcial e características sexuais secundárias, de forma que podem retrocruzar se colocados em ambientes naturais onde co-existam com populações de parentais. Tais cruzamentos podem resultar na morte dos embriões por aneuploidia e, no longo prazo, podem interferir negativamente na dinâmica reprodutiva das espécies parentais.

Os híbridos parcialmente férteis ou os que apresentam fertilidade total, são os que oferecem maiores riscos às populações parentais selvagens, pois podem realizar retrocruzamentos bem-sucedidos com os tipos parentais, provocando contaminação genética dos estoques selvagens. No longo prazo, as consequências são de difícil previsão nesses casos, podendo ocorrer hibridações introgressivas, resultando em uma única população híbrida. Segundo Ryman e Utter (1987), os cruzamentos artificiais entre os esturjões “sterlet” e “beluga” (importante fonte produtora de caviar) provocaram alta incidência de híbridos, os quais foram soltos na natureza, colocando, assim, as espécies parentais em risco de extinção.

Segundo Toledo-Filho et al. (1998), o uso de programas de hibridação em piscicultura tem sido aplicado para diversos fins, tanto em programas de melhoramento genético de fenótipos com baixa herdabilidade e produção de híbridos com heterose, quanto na produção de novas linhagens, linhagens estéreis, monossexuais, poliplóides, andro e ginogenéticas. Ryman & Utter (1987) relataram a utilização, nos Estados Unidos, de carpas-capim triplóides estéreis para o controle biológico da vegetação aquática e da truta híbrida “cutthroat” para a pesca esportiva. É importante salientar que os resultados obtidos pela técnica de hibridação interespecífica precisam ser cuidadosamente interpretados e analisados, devido à grande quantidade e heterogeneidade de produtos híbridos que podem resultar dos cruzamentos interespecíficos de peixes (Toledo-Filho et al., 1996).

Os marcadores citogenéticos e genético-moleculares têm sido utilizados como ferramenta na identificação de espécies, em estudos filogenéticos, de variabilidade genética de populações e de herdabilidade, e, também, na caracterização e diferenciação das espécies parentais e das linhagens de híbridos interespecíficos naturais e artificiais. Portanto, é muito importante que esses resultados sejam devidamente analisados sob o ponto de vista genético.

Neste caso, considerando-se a necessidade urgente de promover a conservação e o uso sustentável dos recursos pesqueiros, a gestão da pesca e o desenvolvimento da aquicultura na Bacia do Alto Paraguai, a identificação de espécies e populações de peixes pertencentes a essa região, através da utilização de marcadores citogenéticos e genético-moleculares, bem como o estabelecimento de bancos de



material tecidual para análises moleculares, se torna essencial para um manejo adequado dos estoques naturais, não deixando de levar em consideração os riscos biológicos potenciais que os híbridos podem representar ao meio ambiente, podendo “contaminar geneticamente” estoques naturais ou cultivados, caso sejam férteis, ou ainda competir, de diversas formas, com as linhagens parentais.



Referências Bibliográficas

ALMEIDA-TOLEDO, L.F. **Contribuição a citogenética dos Gymnotoidei (Pisces, Ostariophysii)**. 1978. 128 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; TOLEDO-FILHO, S.A. Ocorrência de híbrido natural no gênero *Eigenmannia* (Pisces, Gymnotoidei). In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA E APLICADA DE PEIXES NEOTROPICAIS, 4.,1992, Rio de Janeiro. **Resumos...** p. 40.

ARNOLD, M.L.; HODGES, S.A. Are natural hybrids fit or unfit relative to their parents? **Tree**, v. 10, n. 2, p. 67-71, 1995.

AZEVEDO, P. Piscicultura: histórico, considerações gerais e perspectivas futuras. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAI. **Poluição e piscicultura**. São Paulo: Faculdade de Saúde da USP, Instituto de Pesca, 1972. p. 177-180.

BENTZEN, P.; TAGGART, C.T; RUZZANTE, D.; COOK, D. Microsatellite polymorphism and the population structure of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the northwest Atlantic. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 53, p. 2706-2721, 1996.

BERNARDINO, G.; MENDONÇA, J.O.J.; RIBEIRO, L.P.; ALCANTARA, R.C.G.; FERRARI, V.A, FIJAN, N. Primeira reprodução do tambacu; um híbrido do gênero *Colossoma*. In: **Síntese dos trabalhos realizados com espécies do gênero Colossoma**: Projeto Aqüicultura/Brasil 3-7-76-0001-CIID. Pirassununga: CEPTA, 1986. p.11-12.

BRAGA, R.A. Crescimento do tucunaré pinima *Cichla temensis* Humboldt, em cativeiro (Actinopterygii, Cichlidae). In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Coletânea de trabalhos técnicos do DNOCS**. Fortaleza, 1982. p. 101-109.

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. Brasília: Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1999. 184 p.

CALCAGNOTTO, D.; RUSSELO, M. ; DE SALLE, R. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Piaractus mesopotamicus* and their applicability in other Serrasalminae fish. **Mol. Ecol. Notes**, v. 1, p. 245-247, 2001.

CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A. **Dicas em piscicultura**: perguntas e respostas. Botucatu: Santana Gráfica e Editora, 1996. 247p.

CHEVASSUS, B. Hybridization in fish. **Aquaculture**, v. 33, p. 254-262, 1983.



ESTOUP, A.; PRESA, P.; KRIEG, F.; VAIMAN, D.; GUYOMARD, R. (CT)_n and (GT)_n microsatellites: a new class of genetic markers for *Salmo trutta* L. (brown trout). **Heredity**, v. 71, p. 488-496, 1993.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2ª ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1996.

FORESTI, F.; ALMEIDA TOLEDO, L.F.; TOLEDO FILHO, S.A. Chromosome studies in *Gymnotus carapo* and *Gymnotus* sp. (Pisces, Gymnotidae). **Caryologia**, v. 37, p. 141-146, 1984.

FORESTI, F.; OLIVEIRA, C.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F. A method for chromosome preparations from large specimens of fishes using in vitro short treatment with colchicine. **Experientia**, v. 49, p. 810-813, 1993.

GILBERT, C.R. Composition and derivation of the North American freshwater fish fauna. **Florida Sci**, v. 39, p. 104-111, 1976.

GODOY, M.P. **Peixes do Brasil - sub-ordem Characoidei**: da Bacia do Rio Mogi Guassú. Piracicaba: Ed. Franciscana, v. 4, 1975.

HOWELL, W.M.; BLACK, D.A. Controlled silver staining of Nucleolus Organizer Regions with a protective colloidal developer: a 1- step method. **Experientia**, v. 36, p. 1014-1015, 1980.

HUBBS, C.L. Hybridization between fish species in nature. **Syst. Zool**, v. 4, p.1-20, 1955.

HUBBS, C.L. Isolating mechanisms in the speciation of fishes. In: BLAIR, W.F. (Ed.). **Vertebrate speciation**: a symposium. Austin: University of Texas Press, p. 5-23, 1961.

LEE, W.-J.; KOCHER, T.D. Microsatellite DNA markers for genetic mapping in *Oreochromis niloticus*. **J. Fish Biol.**, v. 49, p. 169-171. 1996.

LUNDBERG, J.G.; MARSHALL, L.G.; GUERREIRO, J.; HORTON, B.; MALABARBA, M.C.L.S.; WESSELINGH, F. The stage for neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. In: MALABARBA, L.R. et al. (Ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 13-48, 1998.

MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.S.; LUCENA, C.A.S. **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.

MAYR, E. The breakdown of isolating mechanisms (hybridization). In: MAYR, E. **Animal species and evolution**. Cambridge: Belknap Press, p. 110-135, 1963.

McCONNELL, S.K.J.; RUZZANTE, D.E.; O REILLY, P.T.; HAMILTON, L.; WRIGHT, J.M. Microsatellite loci reveal highly significant genetic differentiation among Atlantic



salmon (*Salmo salar* L.) stocks from the east coast of Canada. **Mol. Ecol.**, v. 6, p. 1075-1089, 1997.

MENDONÇA, J.O.J.; MELO, J.S.C. (Ed.). Introdução. In: SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO BRYCON, 1., 1994, Pirassununga, SP. **Anais Pirassununga**: CEPTA, 1994. p. 1.

MILLER, R.R. Geographical distribution of Central America freshwater fishes. **Copeia**, v. 4, p. 773-802, 1966.

MORITZ, C. Applications of metochondrial DNA analysis in conservation: a critical review. **Mol. Ecol.**, v. 3, p. 401-411, 1994.

MORRIS, D.B.; RICHARD, K.R. ; WRIGTH, J.M. Microsatellites from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and their use for genetic studies of salmonids. **Can. J. Fish Aquat. Sci.**, v. 53, p. 120-126, 1996.

NARAHARA, M.Y.; KAVAMOTO, E.T.; GODINHO, H.M. Pesquisas sobre a criação de espécies do gênero *Brycon*, no Instituto de Pesca. In: SEMINÁRIO SOBRE A CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO BRYCON, 1., 1994, Pirassununga, SP. **Anais Pirassununga**: CEPTA, 1994. p. 5-6.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 3rd ed. New York: John Wiley, 1994. 600 p.

NELSON, J.S. Occurrence of hybrids between longnose sucker (*Catostomus catostomus*) and the white sucker (*C. commersoni*) in upper Kananaskis Reservoir, Alberta. **J. Fish. Res. Board Can.**, v. 30, p. 557-560, 1973.

O'CONNELL, M.; DILLON, M.C. ; WRIGHT, J.M.; BENTZEN, P.; MERKOURIS, S. ; SEEB, J. Genetic structuring among Alaskan Pacific herring populations identified using microsatellite variation. **J. Fish. Biol.**, v. 53, p. 150-163, 1998.

OLIVEIRA, C.; ALMEIDA TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; BRITSKI, H.A.; TOLEDO FILHO, S.A. Chromosome formulae of neotropical freshwater fishes. **Rev. Bras. Genet.**, v. 11, p. 577-624, 1988.

O'REILLY, P.T.; HAMILTON, L.C.; McCONNELL, S.K.; WRIGHT, J.M. Rapid analysis of genetic variation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) by PCR multiplexing of dinucleotide and tetranucleotide microsatellites. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 53, p. 2292-2298, 1996.

PORTO-FORESTI, F.; ALVES, A.L.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Evidências de hibridação natural entre citótipos de 2n=44 e 2n=46 cromossomos de *Synbranchus marmoratus* (Synbranchiformes, Synbranchidae). In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, 9., 2002, Maringá. **Anais...** p. 114.



REIS, R. E.; KULANDER, S. O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. (Org.). Chek list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCS, 2003. 742 p.

RYMAN, N.; UTTER, F.M. (Ed.). **Population genetics and fishery management**. Seattle: University of Washington Press, 1987. 418 p.

RUZZANTE, D.E.; TAGGART, C.T; COOK, D.; GODDARD, S. Genetic differentiation between inshore and offshore Atlantic cod (*Gadus morba* L.) of Newfoundland: microsatellite DNA variation and anti-freeze level. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 53, p. 634-645, 1996.

SAMBROOK, J.; RUSSEL, R.W. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 3rd ed. Cold Spring, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001.

SCHAEFER, S.A. Conflict and resolution impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.S.; LUCENA, C.A.S. (Ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. p. 375-400.

SCORVO-FILHO, J.; AYROZA, L.M.S.; MARTIN, N.B. Raio X da piscicultura paulista: custos x retornos de diferentes sistemas de produção na safra 96/97. **Panor. Aqüicult.**, v. 8, n. 87, p. 10-17, 1998.

SOLÉ-CAVA, A.M. Biodiversidade molecular e genética da conservação. In: MATIOLI, S.R. (Ed.) **Biologia molecular e evolução**. Ribeirão Preto: Holos, 2001.

STEVENSON, M.M.; BUCHANAN, T.M. An analysis of hybridization between the cyprinodont fishes *Cyprinodon variegatus* and *C. elegans*. **Copeia**, n. 4, p. 682-692, 1973.

SILVESTRE-MARQUES, D.K. **Aplicação da biologia molecular em programas de conservação de recursos pesqueiros**. Brasília: Embrapa, 2002. (Documentos Embrapa, 36)

SUMNER, A.T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. **Expl. Cell Res.**, v. 75, p. 304-306, 1972.

TAYLOR, A.C.; SHERWIN, W.B.; WAYNE, R.K. Genetic variation of simple sequence loci in a bottlenecked species: the decline of the hairy-nosed wombat (*Lasiorhinus krefftii*). **Mol. Ecol.**, v. 7, p. 357-363, 1994.

TOLEDO-FILHO, S.A.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; BERNARDINO, G.; CALCAGNOTTO, D. **Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui**. São Paulo: CCS/USP, 1994. 49 p. (Cadernos de Ictiogenética, 2)



- TOLEDO-FILHO, S.A.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; CALCAGNOTTO, D.; SANTOS, S.B.A.F.; BERNARDINO, G. **Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura**. São Paulo: CCS/USP, 1998. 56 p. (Cadernos de Ictiogenética, 4)
- TOLEDO-FILHO, S.A.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; GALHARDO, E.; DONOLA, E. **Conservação genética de peixes em projetos de repovoamento de reservatórios**. São Paulo: CCS/USP, 1992. 39 p. (Cadernos de Ictiogenética, 1)
- TOLEDO-FILHO, S.A.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; GALHARDO, E.; DONOLA, E. **Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui**. São Paulo: CCS/USP, 1994. 49 p. (Cadernos de Ictiogenética, 2)
- TOLEDO-FILHO, S.A.; FORESTI, F., ALMEIDA-TOLEDO, L.F. **Biotecnologia genética aplicada à piscicultura**. São Paulo: CCS/USP, 1996. 60 p. (Cadernos de Ictiogenética, 3)
- VARI, R.P.; MALABARBA, L.R. Neotropical ichthyology: an overview. In: MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.S.; LUCENA, C.A.S. (Ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1988. p. 1-11.
- WARD, R.D.; GREWE, P. Appraisal of molecular genetic techniques in fisheries. **Rev. Fish Biol. Fish.**, v. 4, p. 300-325, 1994.
- WRIGTH, J.M.; BENTZEN, P. Microsatellites: genetic markers for the future. **Rev. Fish Biol. Fish.**, v. 4, p. 384-388, 1994.

