

Este livro apresenta os principais resultados de um amplo estudo sobre a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, realizado em esforço conjunto de várias instituições científicas, com o objetivo geral de formar uma rede de pesquisas científicas, multidisciplinar e multi-institucional, para consolidar as informações disponíveis, identificar lacunas de conhecimento e gerar dados primários úteis à conservação e uso sustentado dos

recursos naturais da região. Mais de 40 pesquisadores e técnicos participaram do estudo, além de centenas de pessoas que apoiaram as atividades do projeto. Recebem destaque a metodologia padronizada de coleta dos inventários da ictiofauna, entomofauna e malacofauna aquática e as análises de padrões espaciais de peixes e da fisiografia, com o objetivo de delinear sub-ecorregiões aquáticas e sugerir áreas prioritárias para conservação.



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação



Zuleica Carmen Castilhos
Paulo Andreas Backup

ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Zuleica Carmen Castilhos • Paulo Andreas Backup

AQUARIOS
XINGU - TAPAJÓS



**ECORREGIÃO AQUÁTICA
XINGU-TAPAJÓS**

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff
Presidente

Michel Miguel Elias Temer Lulia
Vice-Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Aloizio Mercadante Oliva
Ministro da Ciência e Tecnologia

Luiz Antonio Rodrigues Elias
Secretário-Executivo

Arquimedes Diógenes Ciloni
Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

José Farias de Oliveira
Diretor

Carlos César Peiter
Coordenador de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa

Arnaldo Alcover Neto
Coordenador de Processos Minerais

Claudio Luiz Schneider
Coordenador de Processos Minerais

Ronaldo Luiz Correa dos Santos
Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

Andrea Camardella de Lima Rizzo
Coordenadora de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação

Arnaldo Alcover Neto
Coordenador de Análises Minerais

Cosme Antonio de Moraes Regly
Coordenador de Administração

**ECORREGIÃO AQUÁTICA
XINGU-TAPAJÓS**



EDITORES
Zuleica Carmen Castilhos
Paulo Andreas Buckup

Rio de Janeiro
2011

Copyright © 2011 by Centro de Tecnologia Mineral – CETEM
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Todos os Direitos Reservados

Capa: Vera Lúcia do Espírito Santo

Fotografias de capa: Bete Rocha

Diagramação: P.A. Backup, Z. C. Castilhos

Secretaria – Sílvia de Castro Machado

Ficha catalográfica: Sônia Maria Mamede Lourenço

Impresso no Brasil – Printed in Brazil 2011

Citação sugerida:

Castilhos, Z.C. & Backup, P.A. (eds.) 2011. Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Rio de Janeiro, CETEM. 246p.

Citação sugerida de capítulo:

Castilhos, Z.C. & Backup, P.A. 2011. Caracterização física e critérios de seleção de áreas de estudo. p.21-41. In: Castilhos, Z.C. & Backup, P.A. (eds.) 2011. Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Rio de Janeiro, CETEM. 246p.

Ficha catalográfica

333.95
E19 Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós / (Eds.) Zuleica Carmen
Castilhos, Paulo Andreas Backup. – Rio de Janeiro:
CETEM / MCT, 2011.
248 p. : il.
ISBN 978-85-61121-78-5
1. Biodiversidade. 2. Ecorregiões aquáticas. 3. Xingu.
4. Tapajós. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Castilhos,
Zueica Carmen (Ed.) II. Backup, Paulo Andreas (Ed.)

ISBN 978-85-61121-78-5



9 788561 121785

PROJETO DELINEAMENTO DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

COORDENAÇÃO

Zuleica Carmen Castilhos, D.Sc.
Centro de Tecnologia Mineral – CETEM
Coordenação de Processos Minerais – COPM
Serviço de Desenvolvimento Sustentável – SEDS
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ

ORGÃO FINANCIADOR

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

- Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)
- Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ)
- Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
- Instituto de Ecologia e Instituto de Pesquisas Hidrológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
- Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
- Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)
- Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
- Centro de Excelência em Engenharia do Transporte (CENTRAN)
- Universidade Federal do Pará (UFPA)
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
- Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
- Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ENCE/IBGE).

AUTORES

Bruno Rocha

Laboratório de Sedimentos
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500
91501-970 Porto Alegre, RS.

Carine Cavalcante Chamon

Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Av. Nazaré, 481
04263-000 São Paulo, SP
E-mail: chamon.carine@gmail.com

César Carriço da Silva

Departamento de Entomologia
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: carrico82@gmail.com

Cláudio Henrique Zawadzki

Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790
87020-900 Maringá, PR
E-mail: claudiozawadzki@yahoo.com.br

Fernando Camargo Jerep

Museu de Ciência e Tecnologia
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Av. Ipiranga, 6681
90619-900 Porto Alegre, RS
E-mail: fjerep@yahoo.com.br

Fernando Gertum Becker

Laboratório de Ecologia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500 Prédio 43422
91540-000 Porto Alegre, RS
E-mail: fgbecker@ufrgs.br

Fernando Rogério de Carvalho

Instituto de Biotecnologias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435
91501-970 Porto Alegre, RS
E-mail: frcarvalho2004@yahoo.com.br

Flávio Cesar Thadeo de Lima

Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Av. Nazaré, 481
04263-000 São Paulo, SP
E-mail: fclima@usp.br

Francisco Rego Chaves Fernandes

Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: ffernandes@cetem.gov.br.

Gisele Luziane de Almeida

Departamento de Entomologia
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: giseleluziane@yahoo.com

Gisele Rose da Silva

Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: gsilva@cetem.gov.br.

Gustavo Henrique Merten

Laboratório de Sedimentos
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500
91501-970 Porto Alegre, RS.
E-mail: merten@iph.ufrgs.br

Jaime Ribeiro Carvalho Júnior

Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal do Pará
Avenida Perimetral, s/n
Campus do Guamá
66075-900 Belém, PA

Janira Martins Costa

Departamento de Entomologia
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: jmcosta@globo.com

Javier A. Maldonado-Ocampo

Departamento de Vertebrados
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: gymnopez@gmail.com

Jean Carlo Leitão Batista

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n
52171-900 Recife, PE
E-mail: jcleitaobatista@hotmail.com

José Carlos Nascimento de Barros
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Pesca, Lab. de Malacologia
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n
Dois Irmãos
52171-900 Recife, PE

José Luís Olivan Birindelli
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Av. Nazaré, 481
04263-000 São Paulo, SP
E-mail: josebirindelli@yahoo.com

José Luís Passos Cordeiro
Fundação Oswaldo Cruz
Presidência, CFMA
Estr. Rodrigues Caldas, 3400
Taquara-Jacarepaguá
22713-375 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: zeluis@fiocruz.br

José Rodrigues Gomes
Departamento de Vertebrados
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: jrgzoo@hotmail.com

Jozélia Maria de Sousa Correia
Universidade Federal Rural da Amazônia
Instituto de Saúde e Produção Animal – ISPA
Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501
Montese
66077-530 Belém, PA
E-mail: jozeliac@gmail.com

Leandro Villa Verde
Departamento de Vertebrados
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: elfobr@yahoo.com.br

Lucas Castello Costa de Fries
Centro de Ecologia, Instituto de Biociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43411
91501-970 Porto Alegre, RS
E-mail: lucas.defries@yahoo.com.br

Juan Pereira Colonese
Serviço de Desenvolvimento Sustentável
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ

Júlia Célia Mercedes Strauch
Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Rua André Cavalcante, n. 106, sala 503 B
Santa Teresa
20231-050 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: juliast@ibge.gov.br

Juliana Mariani Wingert
Museu de Ciência e Tecnologia
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande
do Sul
Av. Ipiranga, 6681
90619-900 Porto Alegre, RS
E-mail: juwingert@hotmail.com

Marcelo R. Britto
Departamento de Vertebrados
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: mrbritto2002@yahoo.com.br

Maria Helena Machado Rocha Lima
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: mrocha@cetem.gov.br

Maurício Camargo
Coordenação de Recursos Pesqueiros e
Agronegócios
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Av. Almirante Barroso, 1155
66093-020 Belém, PA
E-mail: camargo_zorro@yahoo.com.br

Nilo da Silva Telxeira
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: nteixeira@cetem.gov.br

Patrícia Correa Araújo
Serviço de Desenvolvimento Sustentável
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: paraujo@cetem.gov.br

Paulo Andreas Backup
Departamento de Vertebrados
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: backup@acd.ufrj.br

Paulo Sérgio Santos Souto
Universidade Federal Rural da Amazônia
Instituto de Saúde e Produção Animal
Avenida Tancredo Neves, s/n
Montese (antigo Terra Firme)
66077-530 - Belém, PA
E-mail: soutopss@uol.com.br

Renata Bartolette
Departamento de Vertebrados
Museu Nacional / UFRJ
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: abrenata@yahoo.com.br

Renato Azevedo Matias Silvano
Laboratório de Ecologia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves 9500 prédio 43422
91501-970 Porto Alegre, RS
E-mail: silvano@ecologia.ufrgs.br

Ricardo Gonçalves Cesar
Serviço de Desenvolvimento Sustentável
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: geo_ricardocesar@yahoo.com.br

Ricardo Sierpe Vidal Silva
Serviço de Desenvolvimento Sustentável
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900
Cidade Universitária
21941-908 - Rio de Janeiro, RJ
E-mail: rrsilva@cetem.gov.br

Rodrigo Braga da Rocha Villã Verde
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: rrocha@cetem.gov.br

Rosana Souza-Lima
Departamento de Ciências.
Faculdade de Formação de Professores
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua Dr. Francisco Portela, 1479
24435-005 São Gonçalo, RJ
E-mail: rosanasl@yahoo.com.br

Ruth Amanda Estupiñan
Laboratório de Polimorfismo de DNA
Departamento de Genética
Universidade Federal do Pará.
Guamá
66075-970 Belém, PA

Sandra Maria Hartz
Centro de Ecologia, Instituto de Biociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43411
91501-970 Porto Alegre, RS
E-mail: hartzsm@ecologia.ufrgs.br

Sandro Touche
Laboratório de Sedimentos
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500
91501-970 Porto Alegre, RS.

Silvia Egler
Serviço de Desenvolvimento Sustentável
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: segler@cetem.gov.br

Silvia Machado de Castro
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: smcastro@cetem.gov.br

Sueli Maria Pereira
Departamento de Entomologia
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: sumar@mn.ufrj.br

Tatiana Chrystostomo Santos
Departamento de Entomologia
Museu Nacional
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista
20940-040 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: taticasantos@ol.com.br

Valter Luis Felzmann
Consultor Independente
Geomon Ambiental
88806-000 Criciúma, SC.
E-mail: valter.geomon@gmail.com

Zuleica Carmen Castilhos
Coordenação de Processos Minerais
Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária
21941-908 Rio de Janeiro, RJ
E-mail: zcastilhos@cetem.gov.br

SUMÁRIO

AUTORES	7
SUMÁRIO	11
PRÓLOGO	15
PREFÁCIO	17
1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ÁREAS DE ESTUDO	21
1.1 Caracterização física	21
1.2 Áreas de amostragem	32
1.3 Literatura citada	41
2 MODELAGEM DA BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS DO PROJETO DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS	43
2.1 Introdução	43
2.2 Requisitos do banco de dados geográficos	43
2.3 Elaboração do banco de dados geográficos	45
2.4 Dicionários de atributos	49
2.5 Literatura citada	57
3 A ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS NA AMAZÔNIA: ABORDAGEM DEMOGRÁFICA, ECONÔMICA E SOCIAL	59
3.1 Introdução	59
3.2 Caracterização político-administrativa da Ecorregião	62
3.3 Terras indígenas e unidades de conservação	65
3.4 Território e população	66
3.5 Principais atividades econômicas	72
3.5.1 Riqueza, crescimento econômico e industrialização	72
3.5.2 Extração de madeira, pecuária e agricultura	74
3.5.3 Recursos minerais: mineração, garimpos, eventos minerários e royalties	77
3.5.4 Hidrelétricas	85
3.5.5 Sistema viário	89
3.5.6 Aspectos sócio-econômicos	91
3.6 Conclusões	97
3.7 Agradecimentos	99
3.8 Literatura citada	99
4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E TEORES DE MERCÚRIO EM SEDIMENTOS E EM PEIXES	103
4.1 Introdução	103
4.2 Materiais e métodos	105
4.2.1 Amostragem	105
4.2.2 Determinação de parâmetros físicos e químicos	107
4.2.3 Avaliação da magnitude da contaminação	109
4.3 Resultados e discussão	110
4.3.1 Águas fluviais	110
4.3.2 Mercúrio em sedimentos fluviais	115
4.3.3 Mercúrio em peixes	118
4.4 Conclusões e recomendações	119
4.5 Literatura citada	119

5	INSETOS AQUÁTICOS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS	123
5.1	Introdução.....	123
5.2	Metodologia	124
5.2.1	Estações de amostragem.....	124
5.2.2	Metodologia de amostragem.....	124
5.2.3	Triagem e processamento do material.....	124
5.2.4	Variáveis ambientais.....	125
5.2.5	Análise dos dados.....	125
5.3	Resultados e discussão.....	127
5.4	Conclusões.....	137
5.5	Literatura citada.....	138
6	MALACOFAUNA LIMNÉTICA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS..	139
6.1	Introdução.....	139
6.2	Material e métodos.....	141
6.2.1	Locais de coleta.....	141
6.2.2	Coleta da malacofauna.....	141
6.2.3	Triagem e processamento do material.....	142
6.2.4	Identificação taxonômica.....	143
6.2.5	Análise dos dados.....	143
6.3	Resultados e discussão.....	145
6.3.1	Diversidade e abundância.....	145
6.3.2	Espécies nativas e introduzidas.....	155
6.3.3	Análise de áreas de endemismo.....	156
6.4	Associação entre variáveis ambientais e abundância das espécies ..	157
6.5	Considerações finais.....	159
6.6	Agradecimentos	160
6.7	Literatura citada.....	161
7	INVENTÁRIO DA ICTIOFAUNA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-	
	TAPAJÓS.....	163
7.1	Introdução.....	163
7.2	Material e Métodos.....	163
7.3	Resultados e Discussão.....	165
7.3.1	Diversidade.....	165
7.3.2	Abundância.....	166
7.3.3	Padrões de endemismo.....	167
7.4	Agradecimentos.....	173
7.5	Literatura citada.....	174
8	PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS.....	175
8.1	Introdução.....	175
8.2	A produção pesqueira no contexto amazônico.....	176
8.3	Pesca comercial para consumo humano.....	176
8.4	Pesca de peixes com valor ornamental.....	180
8.4.1	Aspectos gerais.....	180
8.4.2	Os pescadores.....	181
8.4.3	Capturas.....	182
8.4.4	Comercialização.....	186
8.4.5	Manejo.....	188
8.4.6	A legalidade da atividade.....	189
8.5	Considerações Finais.....	190
8.6	Literatura citada.....	191

9	ICTIOFAUNA COMO INDICADORA DE SUBUNIDADES ECORREGIONAIS.....	193
9.1	Introdução.....	193
9.2	Métodos.....	194
9.2.1	Classificação de subunidade ecorregionais.....	194
9.2.2	Ictiofauna.....	197
9.2.3	Relação entre comunidades de peixes e fisiografia.....	198
9.3	Resultados.....	199
9.3.1	Subunidades ecorregionais fisiográficas (SUEs).....	199
9.3.2	Agrupamentos de SUHs por similaridade de ictiofauna.....	202
9.3.3	Relação entre subunidades ecorregionais (SUEs) e ictiofauna.....	206
9.4	Discussão.....	206
9.5	Literatura citada.....	212
9.6	Apêndice: Análise de componentes principais para definição dos	
	descritores climáticos das SUEs na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós	217
10	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	219
11	ANEXO I – ATRIBUTOS DAS LOCALIDADES AMOSTRADAS.....	225
12	ANEXO II – LOCALIDADES AMOSTRADAS	229
13	ANEXO III – CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAGENS	235
14	ANEXO IV – ESPÉCIES DE PEIXES AMOSTRADAS EM IGARAPÉS DA	
	ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS.....	239

PRÓLOGO

"Que rio temos? Que rio queremos? Que rio podemos?" Essas três perguntas norteiam todos aqueles que, de alguma forma, precisam tomar decisões ou produzir informações para a gestão das águas no Brasil.

O enfoque ambiental, ou ecossistêmico, na gestão dos recursos hídricos consiste numa estratégia que visa o manejo integrado da terra, água e dos seres vivos, tendo em vista a promoção da conservação da biodiversidade, seu uso sustentável e a repartição de seus benefícios de forma equitativa. Ele incorpora, à gestão de recursos hídricos, a preocupação com a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos.

O enfoque ecossistêmico foi incorporado ao Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH por meio de dois conceitos como ferramentas de suporte à construção das relações entre as políticas de recursos hídricos e meio ambiente: a abordagem ecorregional e a vazão ecológica ou hidrograma ecológico.

O PNRH apresentou as Ecorregiões Aquáticas como um elemento de caracterização biológica de grandes áreas geográficas do Brasil. Sua inserção no Plano significou um grande avanço na consideração de aspectos ambientais no planejamento dos usos dos recursos hídricos no Brasil. Agora, o Ministério do Meio Ambiente, por meio da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, busca o detalhamento das Ecorregiões Aquáticas do Brasil e as informações contidas neste livro configura-se como resultado da parceria entre o MMA, o CTIDRO/CNPq e a rede de mais de 40 pesquisadores que participaram dos estudos de detalhamento da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

O estudo objetivou (1) a formação de um banco de dados com informações relacionadas ao meio físico e biótico da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, incluindo geologia, solos, geomorfologia, vegetação, hidrologia, qualidade de águas fluviais e clima, bem como biogeografia de organismos aquáticos, em especial, peixes, moluscos e insetos; (2) a produção de informações primárias sobre a biogeografia de organismos aquáticos, peixes, moluscos e insetos; (3) o delineamento de subunidades da Ecorregião e (4) a elaboração de um diagnóstico ambiental para o sistema ecológico delineado pela Ecorregião, incluindo biodiversidade, mapeamento de usos do solo, áreas protegidas e terras indígenas, ameaças, impactos e estratégias para conservação, voltadas para a gestão de recursos hídricos.

É, portanto, uma fonte de importantes informações para todos aqueles que desejam desde um simples conhecimento sobre a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós até aqueles que necessitam tomar decisões para a gestão de recursos hídricos e a gestão ambiental na região.

Silvano Silvério da Costa
Secretário de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
Ministério do Meio Ambiente

PREFÁCIO

O delineamento das ecorregiões aquáticas brasileiras teve como ponto de partida o estudo "A Collaborative Approach to Understanding Regional Patterns of Freshwater Biodiversity in Latin América: a Framework for Setting Priorities", elaborado sob os auspícios das organizações não governamentais *The Nature Conservancy* (TNC) e *World Wildlife Fund* (WWF). Neste estudo foram consideradas, como fontes primárias de riqueza biótica e informação distintiva para delineamento das unidades, a distribuição geográfica de peixes, bem como a riqueza de espécies, o endemismo e aspectos de sua história natural e ecologia. Utilizando como critérios o grau de endemismo, espécies ameaçadas, grau de ameaça à integridade do ecossistema (pressões antrópicas), interesse biogeográfico, grau de conhecimento sobre os meios biológico e físico, dentre outros, foram selecionadas cinco áreas piloto, entre elas a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, para realização de estudos mais detalhados e definição de unidades biogeográficas.

Neste livro são apresentados os principais resultados do estudo realizado sobre a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Este estudo é o resultado do esforço conjunto de várias instituições científicas iniciado em maio de 2006 como parte do projeto Delineamento da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Este projeto teve como objetivo subsidiar a indicação de áreas para a conservação da biodiversidade da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Cumpre destacar que os limites adotados para a ecorregião correspondem aqueles definidos em 2006. Posteriormente, a ecorregião foi dividida em duas áreas correspondentes às duas bacias hidrográficas abrangidas (Abell *et al.*, 2008). O estudo foi financiado com recursos do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Mais de 40 pesquisadores e técnicos participaram do estudo, além de centenas de pessoas que apoiaram as atividades do projeto.

O principal objetivo do projeto consistiu na formação de uma rede de pesquisas científica, multidisciplinar e multi-institucional, de modo a contribuir para a consolidação das informações já disponíveis e identificação de lacunas do conhecimento na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, gerando dados primários com vistas à conservação e uso sustentado dos recursos naturais da região. A natureza multidisciplinar do estudo reflete-se no conteúdo que abrange temas tão diversos quanto a economia da região e a biogeografia de seus organismos aquáticos.

Ecorregião é uma grande unidade de terra ou água que contém uma distinta reunião de comunidades naturais compartilhando uma grande maioria de espécies, dinâmicas e condições do meio ambiente (Abell *et al.*, 2002). A abordagem ecorregional, foco deste projeto de pesquisa consiste num sistema de classificação, regionalização e mapeamento, que divide a superfície terrestre em áreas menores e em busca de homogeneidade maior. Objetiva-se que os tipos ecológicos sejam classificados e mapeados com base nas associações dos fatores bióticos e ambientais que regulam a estrutura e as funções dos ecossistemas. Recentemente, demonstrou-se que áreas de biodiversidade aquática excepcionalmente elevada coincidem com áreas de importância terrestre equivalentes (Abell *et al.*, 2010). Esta correspondência é maior nas regiões tropicais.

Neste livro o conceito de ecorregião aquática serviu como ponto de partida para a elaboração dos bancos de dados, mapas temáticos utilizados na compreensão da área física, avaliação demográfica e sócio-econômica dos municípios pertencentes à Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Recebem destaque especial os resultados dos inventários da ictiofauna, entomofauna e malacofauna aquática, bem como análises de padrões espaciais de peixes e da fisiografia, com o objetivo de delinear sub-ecorregiões aquáticas e sugerir áreas prioritárias para conservação.

Certamente os resultados aqui apresentados contribuirão para o conhecimento da biodiversidade na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, e esperamos que sejam úteis para a sua conservação.

AGRADECIMENTOS

O projeto e a publicação receberam recursos do Fundo Setorial de Recursos Hídrico – CT-HIDRO, através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Proc. 557321/2005-0). Vários consultores do CNPq contribuíram com críticas e sugestões para o desenvolvimento do projeto, especialmente o Dr. Naércio A. Menezes (Museu de Zoologia, USP), o Dr. Ângelo A. Agostinho (NUPELIA, Universidade Estadual de Maringá) e a Dra. Maria Julia Calijuri (Universidade Federal de Viçosa). Este projeto recebeu apoio logístico do Exército Brasileiro, por meio dos Batalhões de Selva de Altamira, Itaituba e Marabá, PA, da Aeronáutica, por meio do 6º COMAR que disponibilizou o apoio local e acesso ao Campo de Provas Brigadeiro Velloso, na região da Serra do Cachimbo, e da Fundação Cristalino, em Alta Floresta, MT. As atividades de campo contaram com apoio do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, que proporcionou veículo, motoristas, técnicos e recursos financeiros para a realização da Expedição de Campo. As coletas biológicas foram

realizadas com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Autorização SISBIO nº. 13339-1).

LITERATURA CITADA

- Abell, R.; Thieme, M.; Dinerstein, E.; Olson, D. 2002. A sourcebook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion conservation. Volume II: Freshwater ecoregions. Washington, World Wildlife Fund. 201p.
- Abell, R.; Thieme, M.L.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kottelat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Contreras Balderas, S.; Bussing, W.; Stiassny, M.L.J.; Skelton, P.; Allen, G.R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Ng, R.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo, E.; Higgins, J.V.; Heibel, T.J.; Wikramanyake, E.; Olson, D.; López, H.L.; Reis, R.E.; Lundberg, J.G.; Sabaj Pérez, M.H.; Petry, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58(5):403-414.
- Abell, R.; Thieme, M.L.; Ricketts, T.H.; Olwero, N.; Ng, R.; Petry, P.; Dinerstein, E.; Revenga, C.; Hoekstra, J. 2010. Concordance of freshwater and terrestrial biodiversity. *Conservation Letters*. doi: 10.1111/j.1755-263X.2010.00153.x

1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ÁREAS DE ESTUDO

Zuleica C. Castilhos & Paulo A. Buckup

1.1 Caracterização física

A Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, tal como definida no Edital MCT/CNPq/CT-Hidro no.37/2005 está localizada, aproximadamente, entre as coordenadas 5°0'00"S 15°0'00"S e 50°0'00"W 60°0'00"W, inclui as bacias hidrográficas dos rios Tapajós, a montante de Itaituba, e Xingu, a montante do rio Acaraí, no Município de José Porfírio, com 49 % e 51 %, respectivamente, do total da ecorregião. Esta definição inclui a Ecorregião Aquática Tapajós-Juruena (ERA 320) e a Ecorregião Aquática Xingu (ERA 322), definidas no sistema global adotado por Abell *et al.* (2008). Ocupando uma área de 980.457,81 km², a Ecorregião é composta por 111 municípios distribuídos por quatro estados da Amazônia Legal: Pará, Mato Grosso, Rondônia e Amazonas. Os estados do Pará e do Mato Grosso correspondem, respectivamente, a 52 % e 46 % da área da Ecorregião, totalizando 98 %, e apenas 2 % pertencem aos demais estados. A Ecorregião abrange cerca de 25 % da área do Estado do Pará e 15 % do Estado de Mato Grosso.

Dos 111 municípios, 108 estão nos dois estados, sendo 40 no Pará e 71 no Mato Grosso, dois municípios, Apuí e Maués, no Estado do Amazonas e o município de Vilhena, em Rondônia (Tabela 1-1). Com relação à distribuição desses municípios, 53 situam-se na bacia do rio Tapajós, 48 na bacia do rio Xingu, e 10 estão em ambas as bacias.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós abrange vários tipos de florestas ao norte, sendo que, ao sul, ocorre transição entre as paisagens de floresta e savana, incluindo vários enclaves de vegetação aberta, destacando-se o enclave da Serra do Cachimbo, entre os municípios de Altamira e Novo Progresso. As áreas de florestas originalmente correspondem ao Estado do Pará, e as áreas de savana, savana/floresta estacional semi-decidual e floresta estacional semi-decidual ocorrem ao sul, predominantemente no Estado de Mato Grosso (Figura 1-1).

Com ocupação rarefeita, cerca de 2 hab/km², o principal uso da terra na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós é o extrativismo vegetal (Silva *et al.*, 2009; Tabela 1-2), que ocupa cerca de 80 % do território, seguido pela agricultura e pecuária (cerca de 19 %) e finalmente, pela mineração (~1 %). Entretanto, considerando os usos nos dois principais sistemas florestais (Tabela 1-3, Figura 1-2), observa-se que na Floresta

Ombrofólia Densa, o extrativismo vegetal atinge quase 90 %, enquanto que na savana a pecuária e a agricultura dominam quase 40 % do território.

Tabela 1-1. Área e população dos municípios abrangidos pela Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: Base SIDRA/IBGE; www.ibge.gov.br, 2008.

UF	MUNICÍPIO	FUND / INSTAL	POP (2000)	%	ÁREA OFICIAL	%
RO	Vilhena	1977	53.497	2,10	11.518,93	0,969
AM	Apuí	1989	13.867	0,54	54.239,90	4,564
AM	Maués	1892	39.978	1,57	39.988,39	3,365
PA	Água Azul do Norte	1991	21.443	0,84	7.576,62	0,637
PA	Altamira	1917	77.355	3,03	159.695,94	13,437
PA	Anapu	1995	9.407	0,37	11.895,21	1,001
PA	Aveiro	1965	15.546	0,61	17.074,29	1,437
PA	Bannach	1993	3.776	0,15	2.956,63	0,249
PA	Belterra	1995	14.567	0,57	4.398,35	0,370
PA	Brasil Novo	1991	17.077	0,67	6.368,25	0,536
PA	Cumarú do Norte	1991	5.818	0,23	17.084,91	1,438
PA	Gurupá	1885	23.084	0,91	8.540,03	0,719
PA	Itaituba	1900	94.717	3,71	62.040,95	5,220
PA	Jacareacanga	1991	24.074	0,94	53.303,09	4,485
PA	Juruti	1883	31.210	1,22	8.303,97	0,699
PA	Marabá	1913	167.873	6,58	15.092,27	1,270
PA	Medicilândia	1988	21.423	0,84	8.272,58	0,696
PA	Melgaço	1961	21.051	0,83	6.773,98	0,570
PA	Novo Progresso	1993	24.985	0,98	38.162,32	3,211
PA	Novo Repartimento	1993	41.819	1,64	15.398,63	1,296
PA	Ouro Preto do Norte	1989	19.645	0,77	13.826,01	1,163
PA	Pacajá	1989	28.761	1,13	11.832,18	0,996
PA	Parauapebas	1988	71.651	2,81	7.007,74	0,590
PA	Pau d'Arco	1991	7.125	0,28	1.671,41	0,141
PA	Placas	1993	13.349	0,52	7.173,15	0,604
PA	Portel	1943	37.972	1,49	25.384,78	2,136
PA	Porto de Moz	1758	22.460	0,88	17.422,88	1,466
PA	Prainha	1880	27.288	1,07	12.599,48	1,060
PA	Redenção	1982	63.197	2,48	3.823,79	0,322
PA	Rio Maria	1982	17.091	0,67	4.114,60	0,346
PA	Rurópolis	1988	24.647	0,97	7.021,29	0,591
PA	Sta. Maria das Barreiras	1988	11.163	0,44	10.330,17	0,869
PA	Santarana do Araguaia	1961	30.966	1,21	11.591,45	0,975
PA	Santarém	1758	262.672	10,30	22.887,08	1,926
PA	São Félix do Xingu	1961	34.516	1,35	84.212,43	7,086
PA	Senador José Porfírio	1961	15.720	0,62	14.374,09	1,209
PA	Trairão	1991	14.281	0,56	11.991,02	1,009
PA	Tucumã	1988	26.504	1,04	2.512,58	0,211
PA	Uruará	1988	45.098	1,77	10.791,32	0,908
PA	Vitória do Xingu	1982	11.158	0,44	2.966,33	0,250
MT	Itaúba	1986	8.542	0,33	283,45	0,024
MT	Juara	1981	30.743	1,21	1.335,28	0,112
MT	Juína	1982	38.026	1,49	496,15	0,042
MT	Juruena	1988	5.464	0,21	1.027,41	0,086
MT	Lucas do Rio Verde	1988	19.322	0,76	151,41	0,013

UF	MUNICÍPIO	FUND / INSTAL	POP (2000)	%	ÁREA OFICIAL	%
MT	Marcelândia	1986	14.267	0,56	53,17	0,004
MT	Matupá	1988	12.141	0,48	198,03	0,017
MT	Água Boa	1979	16.711	0,66	1.300,92	0,109
MT	Alta Floresta	1979	46.956	1,84	7.630,21	0,642
MT	Alto Boa Vista	1991	6.197	0,24	11.448,05	0,963
MT	Apiacás	1988	6.659	0,26	846,05	0,071
MT	Aripuanã	1943	27.493	1,08	8.638,69	0,727
MT	Brasnorte	1993	9.769	0,38	21.387,33	1,800
MT	Campinápolis	1988	12.423	0,49	3.190,48	0,268
MT	Campo Novo do Parecis	1988	17.529	0,69	2.205,02	0,186
MT	Campos de Júlio	1994	2.906	0,11	3.659,86	0,308
MT	Canabrava do Norte	1991	5.028	0,20	4.145,26	0,349
MT	Canarana	1979	15.407	0,60	13.630,95	1,147
MT	Carlinda	1974	12.306	0,48	12.294,14	1,034
MT	Castanheira	1988	7.756	0,30	5.151,85	0,433
MT	Cláudia	1988	10.247	0,40	3.859,51	0,325
MT	Colíder	1979	28.035	1,10	5.192,57	0,437
MT	Comodoro	1986	14.990	0,59	9.531,21	0,802
MT	Confresa	1991	17.811	0,70	4.734,16	0,398
MT	Cotriguaçu	1999	8.481	0,33	3.266,22	0,275
MT	Diamantino	1818	18.457	0,72	1.567,67	0,132
MT	Feliz Natal	1995	6.765	0,27	5.526,73	0,465
MT	Gaúcha do Norte	1995	4.606	0,18	938,39	0,079
MT	Guaraná do Norte	1987	27.264	1,07	24.177,57	2,034
MT	Nobres	1963	14.942	0,59	14.398,66	1,211
MT	Nortelândia	1953	7.223	0,28	2.454,11	0,206
MT	Nova Bandeirantes	1991	6.867	0,27	2.755,10	0,232
MT	Nova Lacerda	1995	4.058	0,16	687,81	0,058
MT	Nova Brasilândia	1991	5.786	0,23	13.122,72	1,104
MT	Nova Canaã do Norte	1986	11.506	0,45	3.977,42	0,335
MT	Nova Mutum	1988	14.817	0,58	7.011,55	0,590
MT	Nova Ubiratã	1986	5.631	0,22	2.065,24	0,174
MT	Nova Xavantina	1980	17.828	0,70	6.923,23	0,583
MT	Novo Mundo	1995	4.945	0,19	5.472,21	0,460
MT	Novo Horizonte do Norte	1986	3.506	0,14	17.850,25	1,502
MT	Novo São Joaquim	1986	9.443	0,37	1.280,85	0,108
MT	Paranaíta	1986	10.240	0,40	370,82	0,031
MT	Paranatinga	1979	15.310	0,60	12.645,56	1,064
MT	Peixoto de Azevedo	1986	26.125	1,02	501,50	0,042
MT	Planalto da Serra	1991	2.889	0,11	3.920,28	0,330
MT	Pontes e Lacerda	1979	41.371	1,62	13.089,03	1,101
MT	Porto Alegre do Norte	1986	8.519	0,33	344,36	0,029
MT	Porto dos Gaúchos	1963	5.665	0,22	4.165,23	0,350
MT	Primavera do Leste	1986	39.807	1,56	12.260,08	1,032
MT	Querência	1991	7.274	0,29	18.935,01	1,593
MT	Ribeirão Cascalheira	1988	8.859	0,35	9.345,76	0,786
MT	Santa Carmem	1991	3.607	0,14	11.600,13	0,976
MT	São José do Rio Claro	1981	12.733	0,50	2.397,93	0,202
MT	São José do Xingu	1991	5.923	0,23	4.581,12	0,385
MT	Rosário Oeste	1843	18.450	0,72	7.433,45	0,625
MT	Santa Terezinha	1980	6.222	0,24	1.942,82	0,163
MT	São Félix do Araguaia	1976	10.662	0,42	6.500,17	0,547

UF	MUNICÍPIO	FUND / INSTAL.	POP (2000)	%	ÁREA OFICIAL	%
MT	Sapezal	1994	7.889	0,31	146,46	0,012
MT	Sinop	1979	74.761	2,93	1.044,16	0,088
MT	Sorriso	1986	35.397	1,39	1.565,99	0,132
MT	Tabaporã	1991	10.849	0,43	115,35	0,010
MT	Tangará da Serra	1976	58.341	2,29	2.029,41	0,171
MT	Tapurah	1988	11.501	0,45	452,86	0,038
MT	Terra Nova do Norte	1986	13.678	0,54	191,20	0,016
MT	União do Sul	1995	4.192	0,16	503,76	0,042
MT	Vera	1746	9.064	0,36	1.259,50	0,106
MT	Vila Rica	1986	15.537	0,61	1.412,91	0,119
MT	Nova Guarita	1991	5.631	0,22	133,56	0,011
MT	Nova Marilândia	1991	2.354	0,09	408,52	0,034
MT	Nova Maringá	1991	3.951	0,15	1.074,57	0,090
MT	Nova Monte Verde	1991	6.820	0,27	56,64	0,005
		2.550.305	Total	1.188.513,96		

As atividades de pecuária e agricultura têm resultado em elevados índices de desmatamento na Ecorregião (Figura 1-3). Dos 32 municípios com maior índice de desmatamento no Brasil (GREENPEACE, 2008), 28 estão localizados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, sendo 14 no Estado do Pará e oito no Estado de Mato Grosso, o que dá uma idéia da pressão econômica sobre os recursos naturais desta área. Estes dados estão de acordo, também, com a história de ocupação dos dois diferentes estados, como detalhado no Capítulo 3, de abordagem demográfica, econômica e social.

Tabela 1-2. Principais usos da terra na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

Tipo de Uso	Porcentagem
Extrativismo Vegetal	79,29 %
Mineração	0,79 %
Pecuária	8,70 %
Uso Agrícola	11,22 %

Tabela 1-3. Distribuição do uso da terra por bioma da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

Tipo de Uso	Floresta Ombrófila Densa	Savana
Extrativismo Vegetal	88,3 %	62,0 %
Mineração	1,9 %	0,0 %
Pecuária	1,9 %	14,1 %
Uso Agrícola	7,9 %	23,9 %

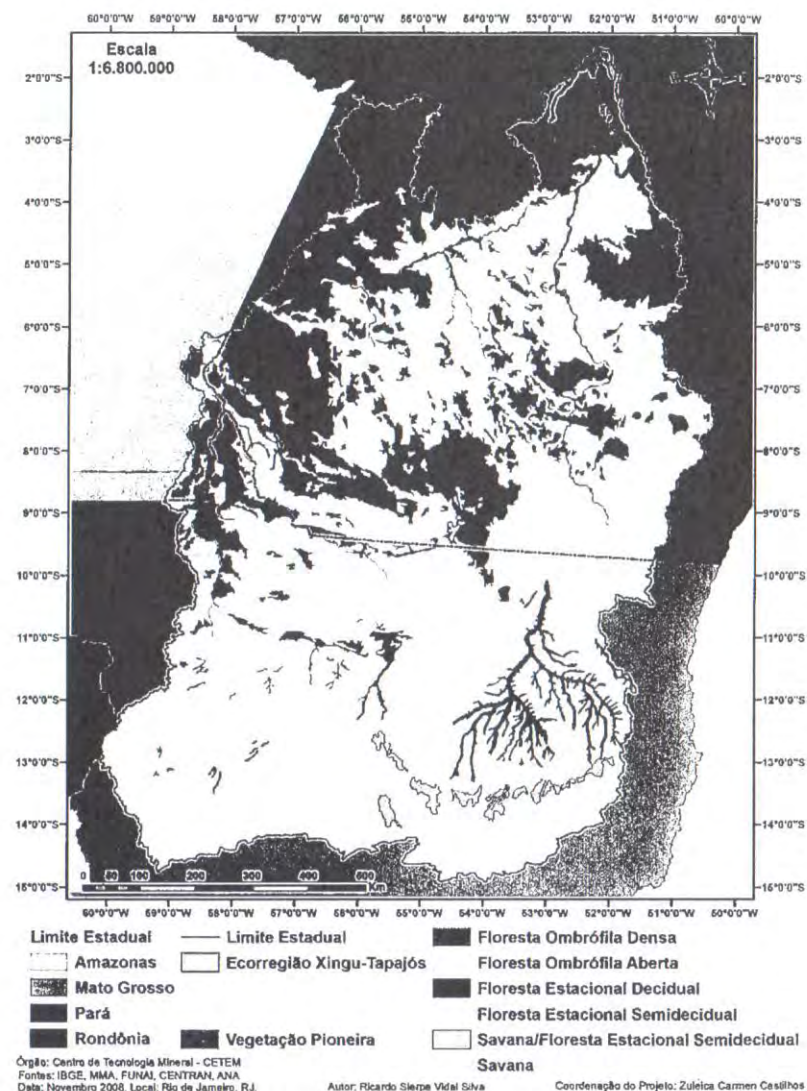


Figura 1-1. Mapa de vegetação da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

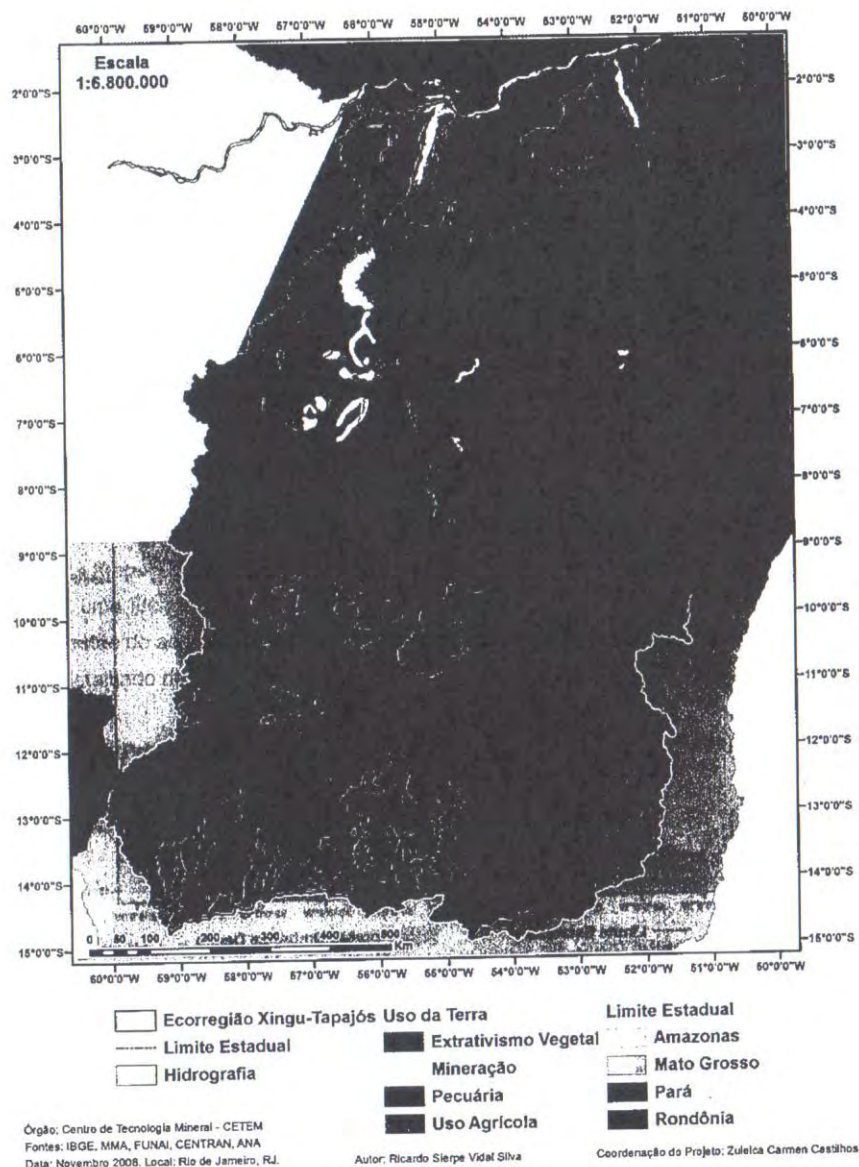


Figura 1-2. Classificação do uso da terra na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

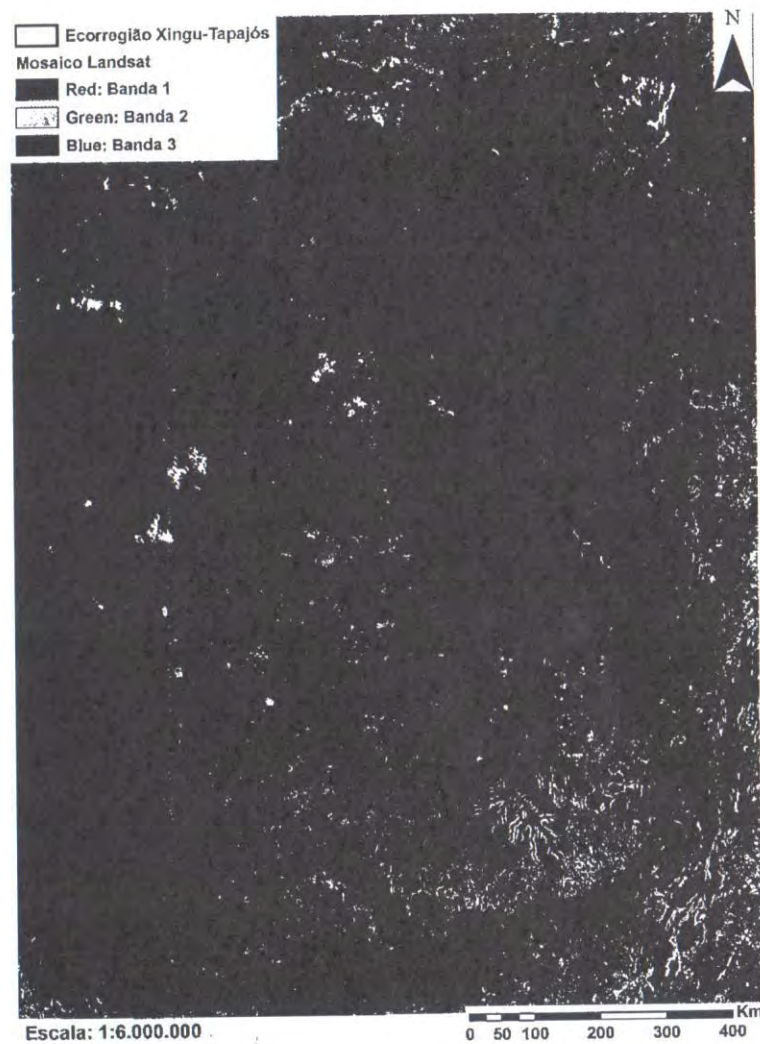


Figura 1-3. Mosaico Landsat mostrando as principais áreas de desmatamento existentes na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

As unidades de conservação (UCs), áreas militares e áreas indígenas (TIs) formam um mosaico de áreas protegidas ou potencialmente protegidas na ecorregião (Figura 1-4). A grande maioria destas áreas se encontra no Estado do Pará, onde também é visto o extrativismo vegetal como principal uso da terra. Quarenta e seis

Tabela 1-4. Áreas militares na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: CENTRAN (2008).

NOME DA ÁREA MILITAR	ÁREA DO POLÍGONO	DATA ALTER DADOS	FONTE DE INFORMAÇÃO
AMILT XIX-GLEBA LIMÃO	7874,72768	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT XXII-GLEBA DA PRATA	2222,27142	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT XXIII-GLEBA DAMIÃO	4218,93274	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT XX-GLEBA CURURU	4381,66007	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT XXI-GLEBA JURUENA	4531,33503	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT-GLEBA IQUÊ I	72,52809	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT-GLEBA IQUÊ II	74,62572	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT-GLEBA IQUÊ V	0,87106	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT-GLEBA IQUÊ VI	1,67220	Jul/2006	M. da Defesa
AMILT-GLEBA CINZENTO	s/inform	s/inform	M. da Defesa
AMILT-XVIII-GLEBA AQUIRI	s/inform	s/inform	M. da Defesa

A Terra do Meio é uma área dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós que se destaca pela grande quantidade de florestas ainda preservadas. Esta área compreende um território de aproximadamente 8,3 milhões de hectares (GREENPEACE, 2008) de florestas úmidas situadas ao sudeste do Estado do Pará, estendendo-se sobre os municípios de Trairão, Altamira e São Félix do Xingu, PA (WWF, 2008). Constitui um polígono circundado por treze Terras Indígenas (Menezes, 2004).

As áreas indígenas (30,2%), as unidades de conservação e de uso sustentável ambiental (33,2%) e as áreas militares (2,5%) perfazem cerca de 66% da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós (Figura 1-4). Portanto, apenas 34% da área da Ecorregião está fora dessas classificações. Poder-se-ia imaginar que estas áreas são pouco afetadas por impactos antropogênicos, notadamente desmatamento. Entretanto, análise de imagens de satélite e confirmação em trabalho de campo mostram que parte destas áreas sofre com o desmatamento, principalmente para a entrada da agricultura e pecuária, especialmente aquelas reservadas para a proteção ambiental sob administração municipal. Exemplo disto é a APA de São Félix do Xingu.

Quanto à hidroquímica os rios Xingu e Tapajós são exemplos de rios de águas claras, apresentando uma cor verde-escura ou verde-oliva nos trechos profundos e verde-esmeralda nas partes rasas, de fundo de areias brancas. Estes rios carregam poucos sedimentos, apresentando cerca de 1,0 m a 5,0 m de transparência, com pH neutro. O fundo é pedregoso e arenoso. Originam-se sobre os desgastados peneplanos do Escudo Cristalino do Brasil, cortando cristas monoclinais, destacando-se a existência de rápidos e corredeiras, formados por camadas rochosas mais resistentes à erosão. Durante as cheias, os rios de águas claras alagam as faixas de terras baixas justafluviais que, quando cobertas por florestas, transformam-se em igapós (igapó na língua tupi significa "mata inundada"). A bacia hidrográfica do Xingu possui 81 bacias de nível 4 e a

do rio Tapajós, 81 bacias também, totalizando 162 bacias de nível 4 na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós (Figura 1-5).

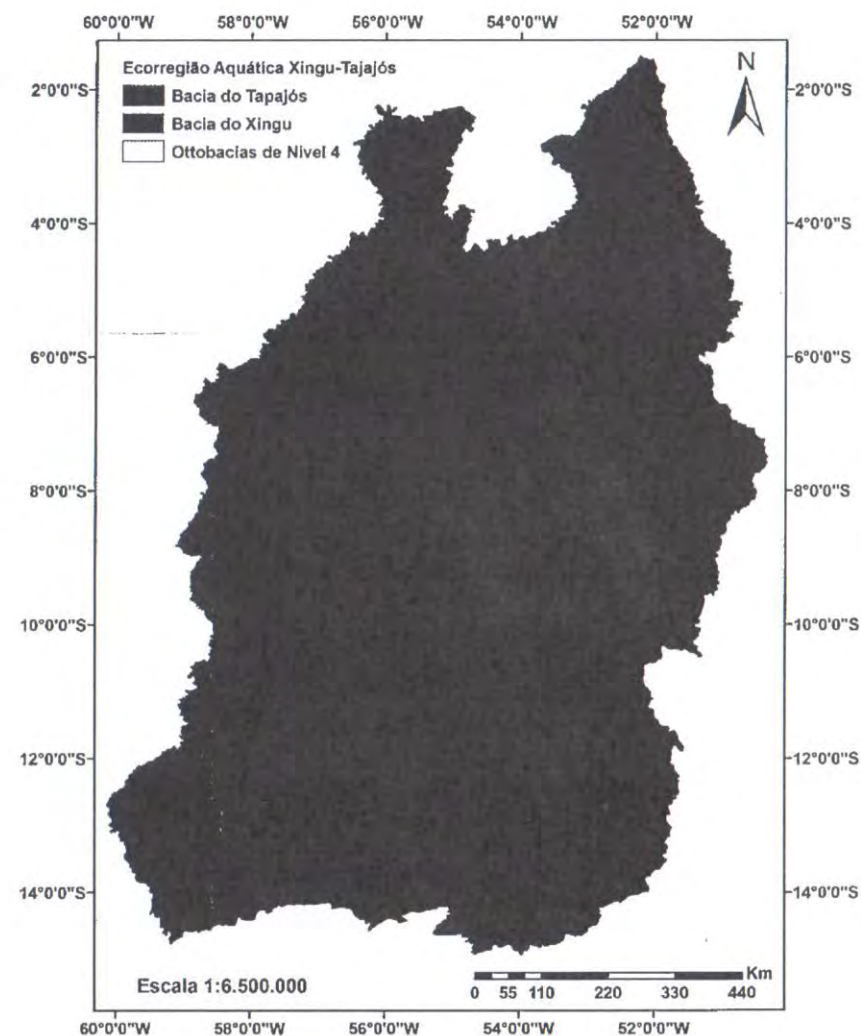


Figura 1-5. Ottobacias de nível 4 das bacias hidrográficas dos rios Xingu e Tapajós.

O rio Xingu tem suas nascentes no cerrado, ou savana tropical da região central do Estado de Mato Grosso, e corre rumo ao norte da Amazônia. As nascentes do Xingu estão situadas em altitudes da ordem de 600 m, na junção da Serra do Roncador com a Serra Formosa e a sua bacia cobre uma área de cerca de 530.000 km², apresentando uma forma alongada com cerca de 350 km de largura média e 1.450 km de comprimento. A rede de drenagem é quase paralela entre a maioria dos afluentes e corre no sentido da declividade geral da bacia.

Apesar de sua extensão, o rio Xingu não é apropriado para a navegação em larga escala. Entretanto, seu baixo curso possui um estirão contínuo navegável de aproximadamente 400 km. No curso superior, somente pequenas embarcações podem navegar, em trechos relativamente extensos, porém, entre cachoeiras. O baixo Xingu é o trecho compreendido entre Belo Monte e sua foz, na margem direita do Amazonas. Sua declividade é baixa, semelhante à do Amazonas, sendo francamente navegável.

1.2 Áreas de amostragem

Os critérios adotados para a seleção de locais a serem amostrados contemplaram as diretrizes recebidas nas oficinas de trabalho coordenadas pelo CNPq com as sugestões dos consultores, a análise das características físicas da área de estudo, as condições de acesso à área, ou seja, a existência de estradas de acesso e a época do ano que podem ser trafegadas, a segurança dos componentes das equipes de campo e o apoio de instituições existentes na área, como o Exército Brasileiro.

Após a análise das informações sobre o meio físico e populacional, assumindo-se que as UCs, áreas militares e terras indígenas já possuem algum grau de proteção e/ou são regulamentadas por órgãos de proteção ambiental e/ou são protegidas por legislação específica, optou-se por priorizar a investigação científica em áreas fora destas unidades de uso restrito. Entretanto, foi feita uma exceção no caso da RPPN do Cristalino (bacia hidrográfica do rio Teles Pires, formador do Tapajós), por se considerar que impactos antropogênicos nesta região são importantes e que a comparação entre áreas preservada e impactadas seria relevante como indicador de mudanças na biodiversidade. No Estado de Mato Grosso, o desmatamento na bacia do rio Teles Pires tem sido considerado crítico, atingindo mais de 45 % do território em 2005. A taxa anual de desmatamento desta bacia é a maior (2,2 %) entre as bacias do estado, embora seja a bacia mais vulnerável ao desmatamento por ter apenas 9 % de seu território em áreas protegidas. Ainda, na sub-bacia do rio Cristalino o desmatamento alcançou 40 % em 2005. A maior parte desta ação se deu em outros rios, como o Carlinda, Santa Helena e Paranaíta. No rio Cristalino as florestas estão conservadas em função da presença do

Parque Estadual do Cristalino e da RPPN do Cristalino, contíguas à área militar da Serra do Cachimbo (Souza *et al.*, 2006).

Dos trinta e seis municípios que mais desmataram no Brasil, no ano de 2007, 22 pertencem à Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, sendo que 14 estão no MT, incluindo Alta Floresta e oito são municípios paraenses, entre eles, Altamira, Novo Progresso e São Félix do Xingu (GREENPEACE, 2008).

Das 900 Áreas Prioritárias para Conservação reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007), 100 estão relacionadas com pelo menos um município pertencente à Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, das quais 68 foram classificadas como sendo de prioridade "extremamente alta"; 28, como "muito alta"; uma, como "alta"; cinco, como "insuficientemente conhecida" e cinco, como "novas áreas". Entre as medidas recomendadas para estas áreas destaca-se a produção de inventários biológicos, reforçando que o bioma amazônia é ainda pouco conhecido.

No presente estudo, a viagem exploratória, que ocorreu em 2007, teve como objetivo principal o reconhecimento das diversas áreas da ecorregião para a organização da logística da segunda expedição, que ocorreu em 2008. A primeira expedição foi antecedida por duas reuniões no CNPq e por uma reunião realizada em setembro de 2007 no Museu Emílio Goeldi, em Belém, PA, com a participação de pesquisadores daquela instituição e da Universidade Federal Rural da Amazônia, para identificação de subunidades para a realização dos trabalhos, baseando-se nas informações já organizadas, no Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação (MMA, 2007) e na experiência prévia dos pesquisadores. Tendo em vista a existência de diversas expedições de amostragem de peixes nas cabeceiras dos trechos matogrossenses das bacias dos rios Xingu e Tapajós, optou-se pela realização de novas amostragens nos pequenos e médios igarapês do trecho médio das bacias dos rios Xingu e Tapajós.

A expedição percorreu, entre os dias 6 e 17 de novembro de 2007, subunidades pré-selecionadas, visitando os interflúvios dos rios Fresco, Xingu, Iriri e Catete da bacia do rio Xingu, na região de São Félix do Xingu, a BR-163, a Rodovia Transgarimpeira e a bacia do rio Tapajós, entre as cidades de Itaituba, no Pará e Alta Floresta, no Mato Grosso, visitando os rios Tapajós, Jamaxin e Teles Pires, da bacia do rio Tapajós.

O seminário dos coordenadores das subáreas do projeto AquaRios, realizado nos dias 28 e 29 de abril de 2008, teve como objetivo central definir a estratégia das coletas a serem realizadas na segunda expedição, levando em consideração os aspectos levantados em reunião prévia, ocorrida no CNPq, o período de tempo disponível para a realização dos trabalhos de campo, os resultados da expedição exploratória realizada pela coordenação em 2007, os resultados prévios obtidos pela elaboração de mapas

temáticos a partir do banco de dados gerado pelo projeto e histórico da área. Com base nestas considerações optou-se por uma estratégia envolvendo duas equipes de campo: uma móvel, percorrendo grande área da ecorregião no Estado do Pará e norte de Mato Grosso, e uma equipe fixa, coletando mais intensamente em Alta Floresta (MT) e arredores, onde as equipes trabalhariam em conjunto por cerca de cinco dias. Esta estratégia permitiria obter grande representatividade das coletas na avaliação da biodiversidade da ecorregião, com grandes vantagens sobre estratégias envolvendo áreas menores. Para a cobertura do trajeto de cerca de 4.000 km, foi definida uma equipe móvel integrada por 22 pessoas. A equipe fixa seria composta de 10 pesquisadores e cerca de cinco pessoas para apoio técnico.

O cadastro de todos os pesquisadores e apoio técnico da expedição no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO/IBAMA/MMA; o registro da expedição no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO/IBAMA/MMA; a licença da Fundação Nacional do Índio – FUNAI/MJ, para a travessia em Terras Indígenas – TI; e a autorização do Ministério da Defesa – MD e o 6º Comando Aéreo Regional – COMAR, para entrada da expedição na Base Aérea do Cachimbo / PA foram obtidas antes do início da expedição.

Esta expedição, denominada Expedição AquaRios, foi realizada no período de 18 de setembro a 19 de outubro de 2008. Foram constituídas duas equipes de trabalho. A Equipe Móvel incluiu quatro camionetes e contou com duas equipes de coleta de peixes, uma equipe de coleta de moluscos, uma equipe de coleta de insetos aquáticos, uma equipe de coleta de amostras de águas superficiais, solos e sedimentos, uma equipe de filmagem e documentação fotográfica e um caminhão de apoio. A Equipe Fixa atuou intensivamente na região da Ilha Ariosto no rio Teles Pires e incluiu uma equipe de amostragem de peixes e de águas. As equipes seguiram os seguintes cronogramas de trabalhos:

A **Equipe Móvel**, após o recebimento dos veículos (camionetes e caminhão) em Altamira, PA, iniciou a expedição em 24 de setembro de 2008, cumprindo a seguinte programação:

24/09/2008

Trecho: Altamira – Vitória do Xingu

Objetivo: Amostragem de peixes na região da Volta Grande do rio Xingu

25/09/2008

Trecho: Altamira – Uruará (3°42'45.53"S 53°43'32.91"O)

Distância: 203 km

Objetivo: Amostragem de praias do rio Xingu e pequenos igarapés da bacia do rio Xingu ao longo da rodovia Transamazônica.

26/09/2008:

Trecho: Uruará – Rurópolis (4° 5'39.79"S 54°54'42.13"O)

Distância: 152 km

Objetivo: Coleta nas cabeceiras do rio Curuá-Una (bacia adjacente à Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós)

27/09/2008:

Trecho: Rurópolis – Itaituba

Distância: 152 km + balsa

Objetivo: Amostragem de tributários do rio Tapajós e o próprio rio Tapajós

28/09/2008:

Trecho: Itaituba – Trairão

Distância: balsa + 52 km

Objetivo: Amostragem em igarapés tributários do rio Tapajós e no próprio rio Tapajós na região a montante de Itaituba.

29/09/2008:

Trecho: BR163: Trairão – Moraes de Almeida

Distância: 193 km

Objetivo: Amostragem de igarapés nas drenagens dos rios Itapacurá e Jamaxim (bacia do rio Tapajós).

30/09/2008:

Trecho: BR163: Moraes de Almeida – Castelo dos Sonhos

Distância: 255 km

Objetivo: Amostragem de tributários dos rios Jamaxim (bacia do rio Tapajós) e Curuá (tributário do rio Iriri, bacia do rio Xingu).

01/10/2008:

Trecho: BR163: Castelo dos Sonhos (PA) – Guarantã do Norte (MT)

Distância: 276 km

Objetivo: Amostragem de tributários do rio Curuá (tributário do rio Iriri, bacia do rio Xingu) e da drenagem do rio Peixoto de Azevedo (bacia do rio Tapajós), incluindo amostras na Base Aérea de Cachimbo (localidade-tipo de espécies descritas por H.Travassos, 1960 e 1964).

02/10/2008:

Trecho: Guarantã do Norte - MT419, MT208 - Alta Floresta (Ilha Ariosto)

Distância: 138 km

Objetivo: Amostragem de tributários da drenagem do Peixoto de Azevedo e do Teles Pires (bacia do Tapajós).

Observação: Ao final do dia houve diversos contratemplos que impediram a chegada de parte da equipe móvel neste dia ao alojamento da equipe fixa na Ilha Ariosto, envolvendo tempestades e problemas operacionais com o caminhão e um dos veículos de coleta.

03/10/2008:

Trecho: Amostragem na região da Ilha Ariosto

Distância: Deslocamento embarcado p/ os pontos de coleta.

Objetivo: Amostragem de ambientes do rio Teles Pires (bacia do Tapajós) nas proximidades da Ilha Ariosto, incluindo lagoa nesta ilha, em conjunto com a Equipe Fixa.

04/10/2008:

Trecho: Amostragem na região da Ilha Ariosto

Distância: Deslocamento embarcado p/ os pontos de coleta.

Objetivo: Amostragem do rio Cristalino e ambientes do rio Teles Pires (bacia do Tapajós) nas proximidades da Ilha Ariosto em conjunto com a Equipe Fixa.

05/10/2008:

Trecho: Ilha Ariosto – Alta Floresta – Guarantã do Norte

Distância: 138 km

Atividade: Reorganização da Expedição, após conclusão das atividades na Ilha Ariosto e reconfiguração de veículos avariados e retorno a Guarantã do Norte.

06/10/2008

Trecho: Guarantã do Norte (MT) – São José do Xingu (MT)

Distância: 486 Km (BR-80=MT-322), balsa no Parque Indígena do Xingu.

Objetivo: Amostragem de tributários do rio Xingu.

07/10/2008:

Trecho: São José do Xingu – Confresa (via MT430, MT437, MT430)

Distância: 215 km

Objetivo: Amostragem da drenagem do rio Comandante Fontoura e outros tributários da bacia do Xingu.

08/10/2008:

Trecho: Confresa (MT) – Redenção (PA)

Distância: 482 km (BR 158)

Atividade: Deslocamento para contornar áreas de acesso limitado da bacia do rio Fresco e eliminação do atraso causado pelo incidentes mecânicos na chegada em Alta Floresta.

09/10/2008:

Trecho: Redenção (PA) – Cumarã do Norte – Redenção

Distância: ~370 km

Objetivo: Amostragem de igarapés da drenagem do rio da Ponte (tributário do rio Fresco, bacia do rio Xingu) na região de Cumarã do Norte.

Observação: Neste dia as duas equipes de coleta peixes atuaram conjuntamente, tendo em vista a necessidade de realizar reparos num dos veículos de campo.

10/10/2008:

Trecho: Redenção – Ourilândia do Norte

Distância: indeterminada, por estradas secundárias

Objetivo: Amostragem de drenagens dos rios Trairão e Branco (tributários do rio Fresco, bacia do rio Xingu), próximo a Bannach.

11/10/2008:

Trecho: Ourilândia do Norte – São Félix do Xingu

Distância: 120 km

Objetivo: Amostragem de drenagens dos igarapés Branco, Carapanã e Magoarizinho (tributários do rio Fresco) e o próprio rio Fresco (bacia do rio Xingu).

12/10/2008:

Trecho: Região de São Félix do Xingu

Objetivo: Amostragem de igarapés nas duas margens do rio Xingu, na região de São José do Xingu.

13/10/2008:

Trecho: Região de São Félix do Xingu

Objetivo: Amostragem de praias e ambientes rasos do rio Xingu, na região de São Félix do Xingu.

A Equipe Fixa atuou na região da Estação Ecológica Cristalino – EEC, situada na Ilha Ariosto, no rio Teles Pires, Município de Alta Floresta, MT.

01/10/2008: Coleta de peixes no rio Teles Pires no entorno da ilha Ariosto.

- 02/10/2008: Coleta de peixes na região da Ilha do Miltinho (a montante da Ilha Ariosto)
- 03/10/2008: Coleta de peixes em ambientes do rio Teles Pires (bacia do rio Tapajós) nas proximidades da Ilha Ariosto, incluindo a lagoa existente na ilha, em conjunto com a Equipe Móvel.
- 04/10/2008: Coleta de peixes no rio Cristalino e ambientes do rio Teles Pires (bacia do rio Tapajós) nas proximidades da Ilha Ariosto em conjunto com a Equipe Móvel.

As metodologias de coleta de material abiótico e biótico e os principais resultados são informados com detalhes nos capítulos seguintes deste livro. As diretrizes metodológicas foram indicadas pelo CNPq, nas diversas reuniões e documentos e em Abell *et al.* (2002) com adaptações.

Em conjunto, as coletas realizadas cobriram 115 pontos de amostragem nas bacias dos rios Tapajós, Xingu e Curuá-Una. Nestas localidades foram realizados os seguintes tipos de amostragem:

- 111 amostragens de peixes,
- 77 amostragens de águas superficiais,
- 57 amostragens de sedimentos superficiais,
- 55 amostragens de moluscos aquáticos,
- 42 amostragens de insetos aquáticos, e
- 27 amostragens de água para análise de metais.

A partir das amostras de águas superficiais coletadas em 77 diferentes localidades foram medidos, em campo, os seguintes parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, transparência da água, e concentrações de cloreto, amônia, cloro, ferro e ortofosfato. A temperatura do ar também foi medida em cada ponto de coleta. Além destes dados, anotações sobre horário de amostragem, tipo de substrato, vegetação aquática e ambiente geral, documentação fotográfica e coleta de material para estudos moleculares foram efetuadas nas fichas de campo.

A Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós é formada por 162 sub-bacias (Ottobacias, ANA, 2008) de nível 4 conforme a classificação adotada pela Agência Nacional de Águas. As amostragens de água superficial cobriram 22 destas sub-bacias (nove na bacia do rio Tapajós, 13 na bacia do rio Xingu), além de três sub-bacias de Nível 2 da bacia do rio Curuá-Una, enquanto as amostragens para análise de metal abrangeram 21 sub-bacias (Tabela 1-5). Os 111 pontos com amostragem de peixes estão localizados em 24 sub-bacias de Nível 4, sendo 10 sub-bacias na bacia do rio Xingu e 14 na bacia do rio Tapajós. Foram amostradas, também, três sub-bacias Nível 2 da bacia do rio Curuá-Una.

Uma síntese da distribuição dos tipos de amostragem em relação à classificação das sub-bacias é apresentada na Tabela 1-5, onde são apresentados o número total de sub-bacias Nível 4 amostrados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, o número de sub-bacias em cada bacia principal, incluindo a bacia hidrográfica do rio Curuá-Una, não pertencente à Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, mas que fez parte do universo de amostragem e análises, conforme mostrado nos capítulos seguintes.

Tabela 1-5. Síntese da amostragem biótica e abiótica realizadas por sub-bacias Nível 4 da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e sub-bacias Nível 2 da bacia Curuá-Una.

Tipo de Amostragem	Número total de sub-bacias na Ecorregião	Número de sub-bacias do rio Xingu	Número de sub-bacias do rio Tapajós	Número de sub-bacias do rio Curuá-Una
Águas superficiais	22	13	9	3
Peixes	24	14	10	3
Insetos aquáticos	18	10	8	2
Moluscos aquáticos	15	09	06	2
Sedimentos superficiais	19	12	07	2

Em 19 pontos de amostragem localizados em 10 Ottobacias de nível 04 (cinco na bacia do rio Xingu, cinco na bacia do rio Tapajós) foram realizados todos os tipos de amostragem, abrangendo águas superficiais, peixes, moluscos e insetos aquáticos. Também foram realizadas amostragens completas em duas Ottobacias nível 4 da bacia do Curuá-Una (Tabela 1-6).

Tabela 1-6. Pontos com amostragem completa.

Bacia hidrográfica	Código da Ottobacia de nível 4	Código do ponto de amostragem
Tapajós	4414	AR 2008 09 27 02 B
	4415	AR 2008 09 27 03 B
	4425	AR 2008 09 29 02 B
	4427	AR 2008 09 30 01 B
	4445	AR 2008 10 03 01 G
		AR 2008 10 03 01 B
AR 2008 10 03 02 B		
Xingu	4248	AR 2008 10 09 01 A
		AR 2008 10 09 02 A
		AR 2008 10 09 03 A
	4246	AR 2008 10 10 01 A
	4241	AR 2008 10 11 03 A
	4251	AR 2008 10 13 01 B
		AR 2008 10 13 02 B
	4239	AR 2008 10 12 03 A
		AR 2008 10 12 02 A
		AR 2008 10 12 01 A
Curuá-Una	4362	AR 2008 09 26 01 B
	4369	AR 2008 09 26 02 B

1.3 Literatura citada

- Abell, R.; Thieme, M.; Dinerstein, E.; Olson, D. 2002 A Sourcebook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion conservation. Volume II, Freshwater Ecoregion. 201p.
- Abell, R.; Thieme, M.L.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kottelat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Contreras Balderas, S.; Bussing, W.; Stiassny, M.L.J.; Skelton, P.; Allen, G.R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Ng, R.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo, E.; Higgins, J.V.; Heibel, T.J.; Wikramanyake, E.; Olson, D.; López, H.L.; Rels, R.E.; Lundberg, J.G.; Sabaj Pérez, M.H.; Petry, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58(5):403-414.
- ANA, 2008. Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas. Brasília. Brasil. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em 1/08/2008.
- Castro, S.M. & Silva, R.S.V. 2009. Diagnóstico ambiental como subsídio para o ordenamento territorial e o desenvolvimento sustentável da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. *In: XVIII Encontro da da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009, Cuiabá, MT. VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - Aplicando a Economia Ecológica para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, Sociedade Brasileira de Economia Ecologica. p.3-132.*
- CENTRAN, Centro de Excelência em Engenharia de Transportes. 2008. <http://www.centran.eb.br>.
- FUNAI – Fundação Nacional do Índio. 2008. <http://www.funai.gov.br>. Acesso em 9 mai. 2008.
- GREENPEACE. 2008. Terra do Meio. Disponível em <http://www.greenpeace.org/brasil/amazonia/a-o/áreas-protegidas/terra-do-meio>. Acesso em 24 jan. 2008.
- Menezes, M. A. 2004. Estudo para caracterização de um mosaico de unidades de conservação no Médio Xingu. *In: Pontes, J.R.F.; Castro, E.; Araújo, R.; Menezes, M. A. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação. 35 p. – (Idéias e Debates; 7). Disponível em <http://www.museu-goeldi.br>. Acesso em 15 fev. 2007.*
- MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília, MMA/SBF. 348p.

- Silva, R.S.V. ; Castro, S.M.; Castilhos, Z.C.; Egler, S.G. 2009. Mosaico de áreas protegidas na ecorregião xingu-tapajós. *In*: IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente - Pas para a Paz., 2009, Rio De Janeiro, RJ. Rio de Janeiro, UFRJ/ IQ. 11p.
- Souza Jr. C.; Veríssimo, A.; Micol, L.; Guimarães, S. 2006. Boletim Transparência Florestal do Estado do Mato Grosso 3:1-7p. (disponível em <http://www.imazon.org.br/publicações>)
- Villas-Bôas, H.C. 2005. Mineração em terras indígenas: a procura de um marco legal. Rio de Janeiro, CETEM/ MCT/CNPq/ CYTED/UIA. 188p.
- WWF, World Wildlife Fund - Brasil. 2008. Terra do Meio. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambienta_brsil/arpa/arpa_acoes2/para/terrameio/index.cfm. Acesso em 21 jan. 2008.

2 MODELAGEM DA BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS DO PROJETO DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Ricardo Sierpe Vidal Silva, Júlia Célia Mercedes Strauch,
Sílvia Machado de Castro

2.1 Introdução

Este capítulo trata da modelagem e geração do banco de dados geográficos do Projeto "Delineamento da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós", para apoiar as operações de levantamento de dados em campo e análises socioeconômicas e ambientais realizadas em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e disseminar os resultados alcançados na forma de mapas, relatórios, tabelas, etc. A geração do banco de dados envolveu a sistematização de dados obtidos de órgãos oficiais sobre a biota, os aspectos sociais da população residente, e características abióticas da ecorregião, bem como de dados primários gerados no projeto.

O tratamento das informações presentes neste capítulo foi elaborado a partir das normas contidas na Versão 1.1 das Especificações Técnicas para a Entrega dos Produtos Digitais (MMA, 2008). O produto obtido foi uma base de dados integrada ao contexto socioeconômico e ambiental da Amazônia Oriental em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica voltado para o apoio a tomada de decisões no âmbito do gerenciamento ambiental da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

2.2 Requisitos do banco de dados geográficos

O delineamento de ecorregiões aquáticas requer a organização e integração de um grande volume de dados e informações em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica como suporte ao planejamento, monitoramento e à tomada de decisões de na área de gerenciamento ambiental. O banco de dados assim produzido contribui para a consolidação das informações já disponíveis e identificação de lacunas do conhecimento na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, incorporando dados primários produzidos durante o projeto de delineamento da ecorregião.

As especificações do Banco de Dados Geográficos foram estabelecidas a partir de três oficinas que contaram com os membros das ecorregiões contempladas pelo edital CT-HIDRO/MCT/CNPq nº 37/2005, todas realizadas em Brasília DF, a saber: (1) Oficina de trabalho para a formação de rede de pesquisa e padronização de metodologias, setembro de 2005; (2) Especificações técnicas para a entrega dos produtos digitais, abril de 2008; e (3) Oficina de trabalho para apresentação dos resultados e padronização de metodologias referente ao edital CT-HIDRO/MCT/CNPq nº 37/2005 – Ecorregiões Aquáticas do Brasil, de dezembro de 2009.

Estas especificações foram estabelecidas de forma que os dados armazenados no Sistema de Informação Geográfica da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós sejam compatíveis e possam se relacionar com outros projetos de delineamento ecorregional relacionados ao ambiente aquático.

A Versão 1.1 das Especificações Técnicas para a Entrega dos Produtos Digitais (MMA, 2008), estabeleceu os seguintes requisitos:

- a) Os formatos dos arquivos produzidos devem ser fornecidos utilizando-se padrões abertos, ou seja, devem permitir o uso e recuperação sem a necessidade de empregar softwares proprietários.
- b) Os formatos devem possibilitar seu armazenamento em sistemas de arquivo, possibilitando o *download* via Internet.
- c) As conversões entre os bancos de dados existentes e os formatos abertos não devem onerar significativamente os executores dos mapeamentos previstos;
- d) Deve haver aderência aos padrões definidos pelo governo brasileiro, seja quanto ao conteúdo dos dados como em relação aos formatos definidos;
- e) Os dados finais deverão ser armazenados em um servidor de arquivos de acesso público via internet.
- f) O sistema de referência geodésico para armazenar os dados deve ser o *South American Datum* (SAD 69), e o sistema de coordenadas deve ser o geográfico (latitude e longitude).
- g) Os arquivos de dados gráficos deverão ser acompanhados dos respectivos metadados de forma que o sistema de referência e o sistema de coordenadas sejam conhecidos no momento da importação/exportação, bem como a descrição de cada coluna de atributos e seus respectivos domínios.
- h) Os arquivos entregues deverão estar organizados em uma estrutura padronizada de diretórios e nomes. Como regra geral, os nomes não devem possuir espaços em branco nem acentuação.

Assim, seguindo estas orientações técnicas, selecionou-se o formato *shapefile*, para os de localização espacial expressos em geometrias pontuais, lineares ou poligonais, e o formato *Comma-separated values* *.csv para os dados tabulares. O formato *shapefile* consiste em um conjunto de arquivos de extensões *.dbf, *.shp, *.shx, onde o formato *.dbf armazena os dados alfanuméricos sobre as feições geográficas Firkowski *et al.* (2000). A escolha destes formatos se deve ao fato deles serem amplamente empregados na área de geoprocessamento.

Uma das limitações do formato *shapefile* é o uso do formato *dBase File* *.dbf para armazenamento das características das feições geográficas. Esse formato apresenta

limitações quanto ao número de caracteres utilizados em colunas do tipo "texto" e o formato e número de caracteres utilizados nos nomes das colunas. Desta forma, para que a exportação dos dados ocorra sem problemas, o tamanho dos nomes das colunas deve ser adaptado para o máximo de oito caracteres, sem o uso de caracteres especiais, tais como #, \$, -, etc. Para contornar a limitação do número de caracteres nos conteúdos das colunas, as tabelas de dados associados devem ser exportadas também no formato *.csv, evitando-se, assim, a perda de informações.

2.3 Elaboração do banco de dados geográficos

As etapas para a organização de uma base de dados são segmentadas e progressivas, sendo indispensável a formação de equipe interdisciplinar. Para este projeto foi de grande importância envolver profissionais qualificados com especialidades em biogeografia de organismos aquáticos, ictiologia, biologia e, sobretudo em Banco de Dados Geográficos.

Para a pesquisa de informações secundárias utilizaram-se bases de dados eletrônicas de instituições reconhecidas pelo Governo Federal, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Centro de Excelência em Engenharia de Transportes (CENTRAN), Agência Nacional de Águas (ANA) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), bem como bases de dados e catálogos taxonômicos disponíveis na Internet como, por exemplo, o FishBase, acessível em <<http://www.fishbase.org>> e o SpeciesLink, acessível em <<http://splink.cria.org.br>>.

Para a identificação de lacunas de amostragem geográfica de organismos aquáticos, utilizaram os dados de ictiofauna, que se constituem na principal fonte de informações sobre a biota aquática da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Para tanto, além dos dados secundários, utilizaram-se dados primários disponibilizados pelo Setor de Ictiologia do Museu Nacional da UFRJ.

Os dados primários incorporados à base de dados foram produzidos na expedição realizada pela equipe do projeto em setembro de 2008, incluindo os resultados de amostragens biológicas (peixes, moluscos e insetos aquáticos) e parâmetros abióticos (água, solo e sedimento).

Após a reunião inicial dos dados disponíveis realizou-se uma análise e seleção dos planos de informações relevantes ao projeto, conforme os parâmetros pré-determinados em relação às escalas espacial e temporal e qualidade da informação. As tabelas foram, então, editadas de forma a eliminar os atributos desnecessários ao

projeto. Isto reduziu a quantidade de dados de modo a facilitar a sua administração e consulta.

De posse dos dados editados, simplificados e formatados conforme as exigências do projeto foi iniciada a separação temática dos planos de informação. Para tanto os diversos planos de Informação foram reunidos em *packages* temáticos e, em casos de informações complementares, os arquivos foram agregados em novo *shapefile*.

Por fim, o conjunto de shapefiles foi integrado no Sistema de Informações Geográficas definitivo. Os planos de informações foram organizados em uma estrutura padronizada de *packages* descritos a seguir:

- **Bacia:** Contém os planos de informações relacionados à hidrografia da ecorregião, representada pelas as Ottobacias de nível 2 e 4, conforme definição da Agência Nacional de Águas (ANA, 2008; Figura 2-1).

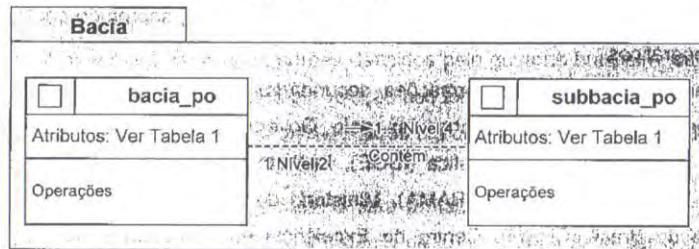


Figura 2-1. Modelagem do package Bacia

- **Carto:** Contém os planos cartográficos básicos que permitem a elaboração de mapas-base, atendendo as demandas dos pesquisadores para a organização da coleta de campo, ou a elaboração de representações cartográficas a serem sobrepostas a outros planos de informação (Figura 2-2).

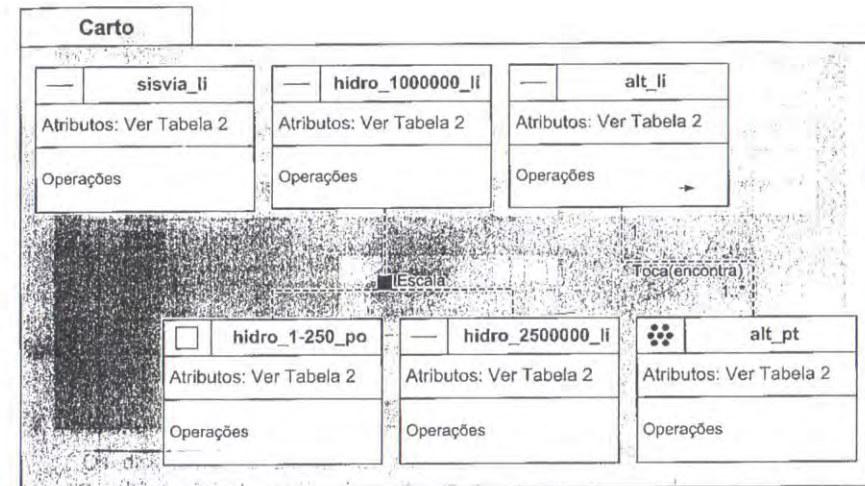


Figura 2-2. Modelagem do package de Cartografia (Carto)

- **Estações:** Contém dados secundários referentes às estações fluviométricas, estações pluviométricas, estações telemétricas, e os dados primários sobre a qualidade de água obtidos na expedição de campo deste projeto (Figura 2-3).

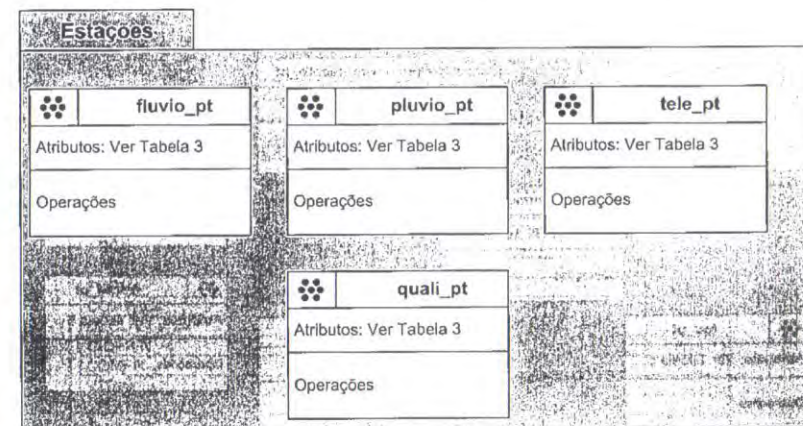


Figura 2-3. Modelagem do package Estações.

- **Físico:** Este package contém os planos de informação necessários para que sejam feitas as caracterizações físicas referentes à ecorregião aquática (Figura 2-4).

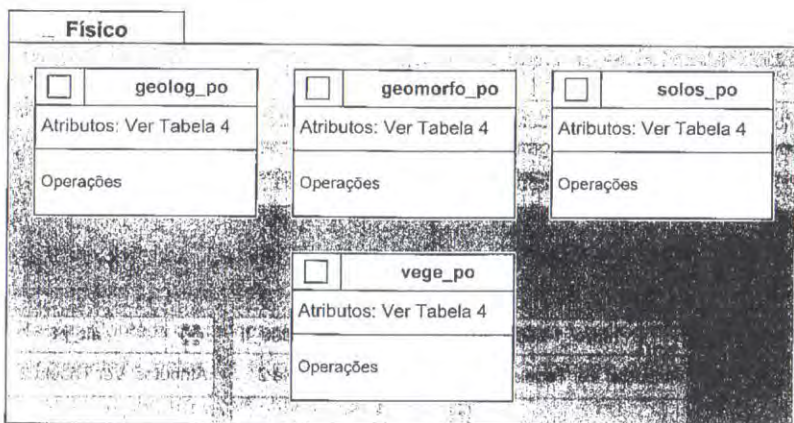


Figura 2-4. Modelagem do package Físico.

- **Levantamento:** Este package agrupa dois tipos de planos de informações (Figura 2-5). O primeiro grupo inclui os planos de informação gerados pela equipe do projeto a partir dos dados primários sobre peixes, insetos e moluscos, e sobre a caracterização dos pontos amostrais. O segundo grupo contém os planos de informação relacionados as fragilidades encontradas na área.

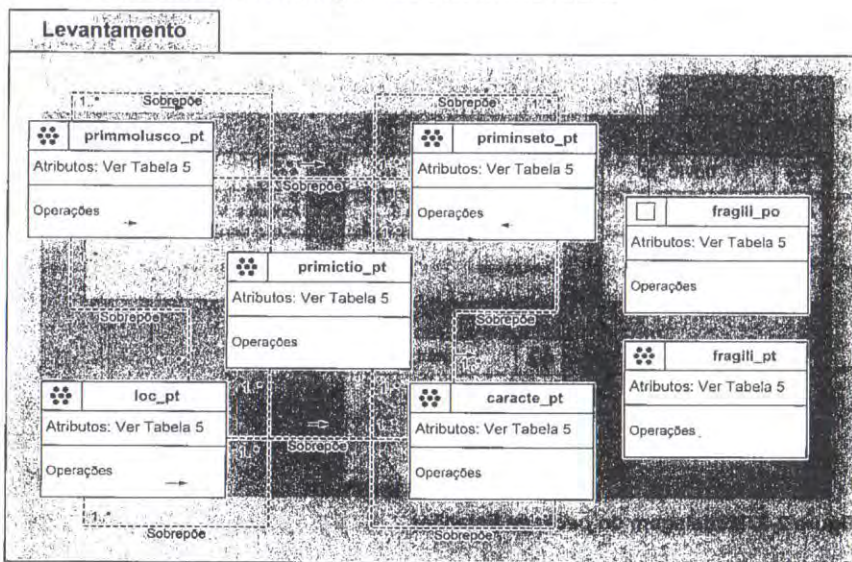


Figura 2-5. Modelagem do package Levantamento.

- **Limites:** Contém os limites territoriais dos municípios e áreas protegidas (Figura 2-6).

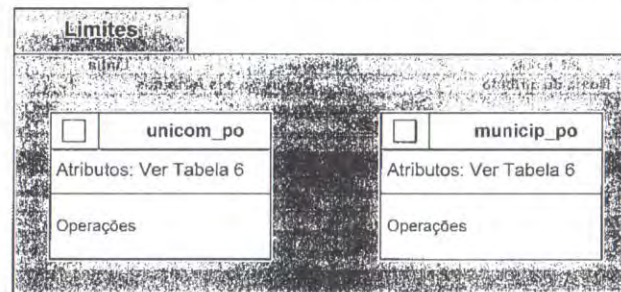


Figura 2-6. Modelagem do package Limites.

2.4 Dicionários de atributos

Os dicionários de dados dos atributos incluídos nos diversos packages são apresentados nas Tabela 2-1 a Tabela 2-6.

Tabela 2-1. Planos de informação do package Bacia.

Arquivo	Descrição	Geometria
bacia_po.shp	Bacia Hidrográfica	Polígono
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
CODBAC	Código da bacia	
NOME	Nome da bacia	
AREA	Área	
DENSDREN	Densidade de drenagem	
FORMA	Fator de forma	
COMPACI	Coefficiente de compacidade	
DECLIV	Declividade da bacia (S1085)	
RIOPRIN	Rio Principal (nome)	
COMPR	Comprimento do rio principal	
VZRIO	Vazão do rio principal	
OBS	Observação	
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
CODSUB	Código da sub-bacia	
NOME	Nome da sub-bacia	
AREA	Área	
DENSDREN	Densidade de drenagem	
FORMA	Fator de forma	
COMPACI	Coefficiente de compacidade	
DECLIV	Declividade da sub-bacia (S1085)	
RIOPRIN	Rio Principal (nome)	
COMPR	Comprimento do rio principal	
VZRIO	Vazão do rio principal	
CODBAC	Código da bacia	
NOMEBAC	Nome da bacia	
OBS	Observação	

Tabela 2-2. Planos de informação do package Cartografia.

Arquivo	Descrição	Geometria
alt_ll.shp	Altimetria	Linha
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
COTA	Cota	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
alt_pt.shp	INSERIR	Ponto
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
COTA	Cota	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
slsvia_ll.shp	INSERIR	Linha
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
TIPO	Tipo (rodovia, ferrovia, trilha, caminho, picada)	
COD	Código (ex: BR040) se houver	
NOME	Nome (Rodovia Washington Luiz) se houver	
PAV	Revestimento (asfáltico, não pavimentada)	
CLASSE	Classe (auto-estrada, pista simples, caminho, trilha...)	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
hidro_2500000_ll.shp	Hidrografia	Linha
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
FNODE	Não existe especificações para este atributo	
TNODE	Não existe especificações para este atributo	
LPOLY	Não existe especificações para este atributo	
RPOLY	Não existe especificações para este atributo	
LENGTH	Não existe especificações para este atributo	
HIDROARC	Não existe especificações para este atributo	
HIDROARC_I	Não existe especificações para este atributo	
HIL4_ID	Não existe especificações para este atributo	
TIPO	Não existe especificações para este atributo	
NOME	Não existe especificações para este atributo	
Arquivo	Descrição	Geometria
hidro_1000000_ll.shp	Hidrografia	Linha
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
OBJECTID	Não existe especificações para este atributo	
NOME	Não existe especificações para este atributo	
CORPODAGUA	Não existe especificações para este atributo	
OBSERVAÇÃO	Não existe especificações para este atributo	
NIVEL4	Não existe especificações para este atributo	
SHAPE_len	Não existe especificações para este atributo	
Arquivo	Descrição	Geometria
hidro_1-250_po.shp	Hidrografia	Polígono
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
IS_NAVIGAB	Não existe especificações para este atributo	
IS_INTERMI	Não existe especificações para este atributo	
REF_OC_TYP	Não existe especificações para este atributo	
NAME	Não existe especificações para este atributo	
NAME_OF_AS	Não existe especificações para este atributo	
CLASSIFICA	Não existe especificações para este atributo	
REF_OC_IDE	Não existe especificações para este atributo	
PROJECT_ID	Não existe especificações para este atributo	
FEATURE_ID	Não existe especificações para este atributo	
SHAPE_AREA	Não existe especificações para este atributo	
SHAPE_LEN	Não existe especificações para este atributo	

Tabela 2-3. Planos de informação do package Estações.

Arquivo	Descrição	Geometria
fluvio_pt.shp	Estações Fluviométricas	Ponto
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
ID	ID da estação	
CODEST	Código da estação	
NOME	Nome ou referência (se houver)	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
RIO	Rio	
ESTADO	Estado	
MUNICIP	Município	
RESPON	Responsável	
OPERA	Operadora	
AREADREN	Área de drenagem do ponto na sub-bacia (Km2)	
DATA	Data (mês / dia /ano)	
VZMAX	Máxima Vazão	
VZMIN	Mínima	
VZMED	Média	
DIAMAX	Dia de máxima	
DIAMIN	Dia de mínima	
MEDANUAL	Média anual	
?	Vazão 01, 02...	
VAZ31	Vazão 31	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
pluvio_pt.shp	Estações Pluviométricas	Ponto
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
ID	ID da estação	
CODEST	Código da estação	
NOME	Nome ou referência (se houver)	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
RIO	Rio	
ESTADO	Estado	
MUNICIP	Município	
RESPON	Responsável	
OPERA	Operadora	
DATA	Data (mês / dia /ano)	
VZMAX	Máxima	
VZTOTAL	Total	
DIAMAX	Dia de máxima	
DIASCHUVA	Número de dias de chuva	
TOTANUAL	Total anual	
?	Chuva 01, 02...	
CHUVA31	Chuva 31	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
qual_pt.shp	Qualidade da Água	Ponto
Nome do atributo Descrição dos Atributos		
DATA	*Data	
HORA	*Hora	
LAT	*Posição horizontal da coleta (lat/long)	
LONG	*Posição vertical da coleta (lat/long)	
PROFUN	*Profundidade da amostra	
CHUVA24	*Choveu nas últimas 24 horas	
VOLUME24	*Volume de chuva nas últimas 24 horas	
TEMPAR	*Temperatura do ar	
TEMPAG	*Temperatura da água	
PH	*pH	

CORANA	*Código da cor (ANA)	
TURBIDEZ	*Turbidez	
CONDUTIV	*Condutividade elétrica	
DUREZA	*Dureza total	
DQO	DQO	
DBO	DBO	
OD	*OD	
CLOROFI	Clorofila	
ALCALIN	Alcalinidade	
CARBORG	Carbono orgânico total	
ORTOFOSF	Ortofosfato total	
NITROORG	Nitrogênio Orgânico	
FOSFORO	*Fósforo total (densidade; ind./ml)	
FITOPLAN	Fitoplâncton total	
TRANSP	*Transparência	
ZOOPLAN	Zooplâncton total (densidade; ind./ml)	
SOLIDOS	*Sólidos suspensão totais	
FOSFATO	Fosfato total	
NITRO	*Nitrogênio total	
AMON	Amônia	
NITRAT	Nitratos	
NITRIT	Nitritos	
COLIFOR	Coliformes totais (presença/ausência)	
BACTTOT	Bactérias heterotróficas totais	
BACCULT	Bactérias heterotróficas cultiváveis	
SALINID	Salinidade	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
tele_pt.shp	Estação Telemétrica	Ponto
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
ID	ID da estação	
CODEST	Código da estação	
NOME	Nome ou referência (se houver)	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
RIO	Rio	
ESTADO	Estado	
MUNICIP	Município	
RESPON	Responsável	
OPERA	Operadora	
DATA	Data (mês / dia /ano)	
NIVELRIO	Nível do Rio	
QTCHUVA	Quantidade de chuva	
OBS	Observação	

Tabela 2-4. Planos de informação do package Físico.

Arquivo	Descrição	Geometria
geolog_po.shp	Geologia	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
CRONO	Cronoestratigrafia	
LITO	Unidade litoestratigráfica	
TEXTURA	Textura	
DESC	Descrição	
AMB	Ambiente	
POTMIN	Potencial mineral	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
geomorfo_po.shp	Geomorfologia	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
MORFO	Domínios morfoestruturais	
REGGEO	Regiões geomorfológicas	
UNIGEOM	Unidades geomorfológicas	
MODELA	Tipos de modelados	
GENETIC	Características genéticas	
FORMA	Formas predominantes	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
solos_po.shp	Solos	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
EMBRAPA	Classificação pedológica Embrapa 1999	
DESC	Descrição	
Arquivo	Descrição	Geometria
vege_po.shp	Vegetação	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
BIOMA	Bioma	
FITO	Fitofisionomia	
SUBTIPO	Sub-tipo fitofisionômico	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	

Tabela 2-5. Planos de informação do *package* Levantamento.

Arquivo	Descrição	Geometria
caracte_pt.shp	Caracterização	Ponto
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
NOME	Nome (exemplo: Tapajós)	
DESC	Descrição (rio, córrego, etc)	
ORDEM	Nº de ordem (Horton & Strahler) (escala usada)	
L	comprimento do segmento em metros	
VAZAO	Vazão	
DISTNASC	Distância da Nascente	
LARG	Largura	
SUBSTRATO	Substrato de fundo #	
COMPLEX	Complexidade do habitat #	
QUALIREM	Qualidade dos remansos #	
ESTABBAR	Estabilidade dos barrancos #	
PROTBAR	Proteção dos barrancos #	
VEGMARG	Cobertura vegetal das margens #	
GRANUL	Padrão granulométrico:	
SEIXO	Seixo (%):	
CASC	Cascalho (%):	
AREIA	Areia (%):	
SILT	Silt (%):	
ARGILA	Argila (%):	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
fragili_po.shp	Fragilidade	Polygono
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
USOSOLO	Usos do Solo	
PAST	Pastagens	
AGRIC	Agricultura (tipo)	
REFLOR	Reflorestamento (tipo)	
URB	Núcleos urbanos	
INDUST	Atividades industriais	
MINERA	Atividades minerárias	
EROSIV	Processos erosivos	
USOAGUA	Uso da água	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
fragili_pt.shp	Fragilidade	Ponto
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
LIXO	Lixões e aterros sanitários	
INDUST	Atividades industriais	
EROSIV	Processos erosivos	
PORTOS	Terminais Portuários	
CAPDOM	Captação p/ uso doméstico	
CAPABAST	Captação p/ abastecimento público	
EFLUDOM	Descarte de efluentes domésticos	
CAPAGR	Captação p/agricultura	
DANIMAL	Dessedentação animal	
EFLUAGRO	Descarte de efluentes agropecuários	
CAPINDU	Captação p/ uso industrial	
EFLUID	Descarte de efluente industrial	
RECDIR	Recreação com contato direto	
RECPESP	Recreação pesca esportiva	
RECPPAG	Recreação pesque-pague	
AQUICULT	Pesca e Aquicultura	
BARRAM	Barramentos para finalidades diversas (contenção de cheias, geração de energia, irrigação)	
OBS	Observação	

Arquivo	Descrição	Geometria
loc_pt.shp	Localização	Ponto
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
ID	ID do ponto de coleta (DATUM SAD69)	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
AREADREN	Área de drenagem do ponto na sub-bacia (Km2)	
CODPT	Código do ponto	
NOME	Nome ou referência (se houver)	
BACIA	Bacia	
SUBBACIA	Sub-bacia	
RIO	Rio	
ESTADO	Estado	
MUNICIP	Município	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
primictio_pt.shp	Peixes	Ponto
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
ID	ID	
CLASSE	Classe	
ORDEM	Ordem	
FAMILIA	Família	
GENERO	Gênero	
LINK	Espécie / Morfoespécie (Hot link para foto ou figura)	
AUTOR	Nome do autor	
POPULAR	Nome popular	
AMEACADA	Espécie Ameaçada () sim () não	
INTRODUZ	Espécie Introduzida () sim () não	
IMPECON	Espécie de importância econômica () sim () não	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
MICROBAC	Microbacia	
RIO	Rio	
NUMINDIV	Número de indivíduos	
METCOL	Métodos de coleta	
ESFCAP	Esforço de captura	
NOMECOL	Nome do coletor	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação / Diagnose	
Arquivo	Descrição	Geometria
priminseto_pt.shp	Insetos	Ponto
Nome do atributo		
Descrição dos Atributos		
ID	ID	
CLASSE	Classe	
ORDEM	Ordem	
FAMILIA	Família	
GENERO	Gênero	
LINK	Espécie / Morfoespécie (Hot link para foto ou figura)	
AUTOR	Nome do autor	
POPULAR	Nome popular	
AMEACADA	Espécie Ameaçada () sim () não	
INTRODUZ	Espécie Introduzida () sim () não	
IMPECON	Espécie de importância econômica () sim () não	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
MICROBAC	Microbacia	
RIO	Rio	
NUMINDIV	Número de indivíduos	

METCOL	Métodos de coleta	
ESFCAP	Esforço de captura	
NOMECOL	Nome do coletor	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação / Diagnose	
Arquivo	Descrição	Geometria
primmolusco_pt.shp	Moluscos	Ponto
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
ID	ID	
CLASSE	Classe	
ORDEM	Ordem	
FAMILIA	Família	
GENERO	Gênero	
LINK	Espécie / Morfoespécie (Hotlink para foto ou figura)	
AUTOR	Nome do autor	
POPULAR	Nome popular	
AMEACADA	Espécie Ameaçada () sim () não	
INTRODUZ	Espécie Introduzida () sim () não	
IMPECON	Espécie de importância econômica () sim () não	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
BACIA	Bacia	
SUBBAC	Sub-bacia	
MICROBAC	Microbacia	
RIO	Rio	
NUMINDIV	Número de indivíduos	
METCOL	Métodos de coleta	
ESFCAP	Esforço de captura	
NOMECOL	Nome do coletor	
FONTE	Fonte	
OBS	Observação / Diagnose	

Tabela 2-6. Planos de informação do *package* Limites.

Arquivo	Descrição	Geometria
municip_po.shp	Município	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
AREA	Área	
PERIM	Perímetro	
NOME	Nome do município	
LAT	Latitude	
LONG	Longitude	
UF	Estado ou UF	
CODUF	Código da UF	
MESO	Mesoregião	
CODMESO	Código da mesoregião	
MICRO	Microrregião	
CODMICRO	Código da microrregião	
OBS	Observação	
Arquivo	Descrição	Geometria
unlcom_po.shp	Áreas Protegidas	Polígono
Nome do atributo	Descrição dos Atributos	
NOME	Nome	
AREA	Área	
PERIM	Perímetro	
DEC	Número do Decreto	
CLASSE	Classificação (SNUC, IPHAN, FUNAI)	
AMBITO	Âmbito (Estadual, Municipal ou Federal)	
OBS	Observação	

2.5 Literatura citada

- ANA. 2008. Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas. Brasília. Brasil. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em 1/08/2008.
- CNPq. 2009. Oficina de trabalho para apresentação dos resultados e padronização de metodologias referente ao edital CT-HIDRO/MCT/CNPq nº.37/2005–Ecorregiões Aquáticas do Brasil. Brasília, CNPq, Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento. 14p.
- Firkowski, H; Casvalho, C.A.P.; Skroch, L.S.D.; Gonçalves, M.L.A.M. 2000. O formato 'Shapefile' como representação de dados. In: IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis. 8 p. CD- ROM.
- MMA. 2005. Especificações técnicas para a entrega dos produtos digitais do edital CT-HIDRO/MCT/CNPq nº. 37/2005 – Ecorregiões Aquáticas do Brasil. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 12p.
- MMA. 2008. Versão 1.1. Especificações técnicas para a entrega dos produtos digitais do edital CT-HIDRO/MCT/CNPq nº. 37/2005 – Ecorregiões Aquáticas do Brasil (elaboração Edson Moretti). Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 15p.

3 A ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS NA AMAZÔNIA: ABORDAGEM DEMOGRÁFICA, ECONÔMICA E SOCIAL

Francisco Rego Chaves Fernandes
Gisele Rose da Silva
Maria Helena Machado Rocha Lima
Nilo da Silva Teixeira
Rodrigo Braga da Rocha Villa Verde

3.1 Introdução

Desde o início do século XX, a região amazônica é inserida na dinâmica brasileira como um *locus* que serviu à extração de matérias-primas como, por exemplo, a borracha, que na primeira década dos anos 1900 viveu seu auge. Na década de 1940, as grandes regiões foram classificadas por meio de conceitos do determinismo ambiental, ou seja, definidas de acordo com suas características naturais, principalmente clima, vegetação e relevo. Agregando a esses critérios uma abordagem econômica, a região amazônica destaca-se por ser uma área de fronteira de recursos ou de novas oportunidades em terras despovoadas e de matas ainda densas (Magnago, 1995). Corroborando essa visão, Becker (2004) chama a atenção para um processo de ocupação amazônica por meio do planejamento governamental, no período que se estende de 1950 a 1985, quando a população regional cresce de 1 para 5 milhões.

A partir da década de 60 há grande afluxo populacional, proporcionado pela construção das rodovias Belém-Brasília (BR-226) e Belém-Acre e, em seguida, pela implantação da Zona Franca de Manaus (1967), da hidrelétrica de Tucuruí (1984) e da cadeia do alumínio na região Norte (Pará e Maranhão), com os grandes projetos de bauxita em Oriximiná/PA (Mineração Rio do Norte), alumina em Belém/PA (Alunorte) e alumínio (Alumar, no Maranhão e Albrás, no Pará), em 1984/1985, e ainda com o Projeto Ferro Carajás, ligando Carajás (PA) ao Porto da Madeira, em Itaquí, São Luís do Maranhão (Fernandes *et al.*, 1982; Villas-Bôas, 1995).

Ainda, nesta época, quatro mega-programas para a Amazônia foram criados: o Programa Grande Carajás (PGC), o Projeto Calha Norte, o Plano de Integração Nacional (PIN) e o Projeto Integrado de Colonização (PIC):

✓ O Programa Grande Carajás (PGC), em 1980, que tinha como objetivo realizar a exploração dos recursos minerais dessa província mineral, o minério de ferro, ouro, estanho, bauxita (alumínio), manganês, níquel e cobre, entre outros.

✓ O Projeto Calha Norte (1985), que previa a ocupação militar de uma faixa do território nacional situada ao Norte da Calha do Rio Solimões e do Rio Amazonas, com 160 quilômetros de largura ao longo de 6,5 mil quilômetros de fronteiras,

programando a absorção de quase dois milhões de pessoas, para promover a ocupação territorial e a realização de atividades econômicas nessa região.

✓ Outros programas de colonização, como o Plano de Integração Nacional (PIN) e o Projeto Integrado de Colonização (PIC), em 1970, uma subdivisão do PIN para uma faixa de 10 km ao longo da Rodovia Transamazônica, com recursos previstos de incentivos fiscais, doações e contribuições de empresas privadas e públicas, cujo imposto de renda era deduzido em 30 % (Fernandes *et al.*, 1982; Villas-Bôas, 1995).

O nosso balanço destes programas, todos grandiloquentes em suas metas, mostra que atingiram uma fração muito pequena dos objetivos previstos, mas geraram grandes impactos na Amazônia. De 1970 a 1980, por exemplo, empresas beneficiadas pelos incentivos fiscais da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) compraram mais de seis milhões de hectares de terras, e a ocupação subsequente, por dezenas de diferentes projetos de colonização, provocou profundas alterações no meio ambiente e na vida da população local.

Decorrentes das grandes obras de infraestrutura (as estradas, as hidrelétricas e as minerações), entre o período de 1970 a 1990 estabelecem-se na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós grandes projetos agrícolas de colonização. Muitos daqueles que se constituíram nessa época deram lugar à criação de dezenas de novos municípios na Ecorregião, desmembrando-se os existentes:

✓ No município de Alta Floresta na década de 70: Em 1973 a empresa colonizadora a INDECO S/A - Integração, Desenvolvimento e Colonização, comprou uma área de 400 mil ha, chegando a região e fundando a cidade em meados de 1976.

✓ A Colonizadora Sinop S.A., em 1972, adquiriu de terceiros aproximadamente 500 mil hectares de terra, situados a 500 km de Cuiabá na BR 163 (Cuiabá-Santarém), denominada Gleba Celeste e deu o nome ao município que posteriormente, foi criado, em 1976.

✓ A Construtora Andrade Gutierrez (CONSAG), no início dos anos 70, no Projeto Tucumã (no então município de São Félix do Xingu) que tinha como slogan "terras sem homens para homens sem terra", criou o projeto numa área de 400 mil hectares, ricos em mogno e em minérios.

✓ Em Peixoto de Azevedo, em 1973, em área de 120.000 hectares, começou a colonização, mas logo foi substituída pela corrida do ouro.

✓ No município de Guarantã do Norte, em 1980, ao longo da Rodovia BR-163 (Cuiabá Santarém), com apoio da Cooperativa Tríticola de Erechim Ltda., assentou-se 700 famílias, primeiras famílias vindas do Rio Grande do Sul, que formaram a Vila

Cotrel e logo em seguida chegaram os Brasiguaios (PERFIS MUNICIPAIS, 2010; WIKIPÉDIA, 2010).

Entre 1990 e os dias atuais, um período de 20 anos, há um grande hiato nesta expansão ao longo das estradas que atravessam longitudinalmente e verticalmente o norte e o oeste da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, principalmente devido à precária trafegabilidade da Transamazônica, paralisada que está, há mais de duas décadas na sua recuperação. Os projetos agrícolas regrediram, muitos colonos migraram e a exploração dos interesses econômicos visando o desenvolvimento regional rapidamente se transformou em espoliação, com os seus vários vetores: a extração de madeira da floresta, o desmatamento e as queimadas, a pecuária e o garimpo. Ao largo da lei e dos governos (federal, estadual ou municipal), a ação de espoliadores tem alcançado, terras indígenas (TIs) e unidades de conservação (UCs) em invasões e atuações ilegais, com a finalidade de lograr os seus interesses econômicos. Tal cenário na Ecorregião é conhecido como "faroeste brasileiro".

Recentemente, fatos novos e extremamente relevantes têm sido relacionados diretamente com os interesses econômicos de grandes grupos mineradores voltados para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e o seu entorno a leste. Esses grupos estão envolvidos com o desenvolvimento na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós de grandes projetos minero-metalúrgicos eletro-intensivos, para a exportação para a Europa, Estados Unidos e China dos metais e principalmente da energia contida para a obtenção dos mesmos.

Os projetos, de grande dimensão, incluem a obtenção de centenas de milhares de toneladas de metais altamente eletro-intensivo (o alumínio, o níquel, o cobre e o aço, já estão completamente definidos como minas em atividade ou em construção na região). A indispensável energia, o insumo que permite transformar o minério num metal, será produzida pela hidrelétrica de Belo Monte, cuja capacidade estará ao serviço do consumo de energia dos novos projetos, predominantemente multinacionais dos metais. Este novo projeto hidrelétrico para a Ecorregião, objeto de grande controvérsia teve a aprovação de sua licença de construção em fevereiro de 2010.

Quais são estes projetos? Predominantemente projetos minero-metalúrgicos eletro-intensivos, localizados na Amazônia Oriental, como para o alumínio, no Juruti/PA, da propriedade da norte-americana Alcoa; o projeto níquel Jacaré, em São Félix do Xingu (PA), da multinacional sul-africana Anglo American; o de níquel de Onça-Puma, hoje de propriedade da Vale, em Tucumã (PA); o projeto de cobre da Mineração Caraíba, denominado Boa Esperança. Ainda, pela Vale, três projetos para a produção de cobre em Parauapebas, e dois em Marabá (PA) para aço e aços planos; à verticalização de uma

metalurgia de ferro-manganês em Marabá (PA), Mineração Buritirama, pelo grupo brasileiro Bonsucex Holding, na borda da Ecorregião (BRASIL MINERAL, 2010; IBRAM, 2010).

3.2 Caracterização político-administrativa da Ecorregião

A Amazônia possui elevada taxa de urbanização (69 % da população residindo em área urbana). Entre 1985 a 2009, a população que habita a Amazônia Legal quadruplica, atingindo hoje cerca de 20 milhões, distribuídos pelos nove estados da Federação, que a compõem. Para uma superfície total de 55,5 milhões de km², a densidade populacional da região é de 3,4 hab/km².

No intuito de identificar áreas com essas características dentro da região e com o objetivo de melhor compreender a dinâmica regional, Becker (2005) visualiza a Amazônia sob três grandes eixos:

✓ O primeiro seria o Arco do Povoamento Adensado, ou, também denominado o Arco do Desmatamento, abrangendo a superfície que vai desde o leste de Rondônia passando pelo norte do Mato Grosso, o sul e o leste do Pará. Nele se concentra a produção agropecuária e o desmatamento. Núcleos economicamente ativos fundam ramificações em direções variadas de maneira que se aproximam das áreas mais isoladas e preservadas, sendo esta região mais impactada pela ação antrópica. Seu relevo é composto pela presença de planaltos residuais sul-amazônicos (o que favorece o potencial hidrelétrico da região), como a Serra dos Pacaás Novos (RO), Serra do Cachimbo (PA e MT) e a Serra dos Carajás (PA).

✓ O segundo seria a Amazônia Ocidental, cuja dimensão espacial abrange os estados do Acre e Amazonas (a oeste) indo até Roraima. O relevo é formado pela Planície da Amazônia (partindo da Serra do Divisor, no Acre) indo em direção ao Planalto das Guianas, onde se localiza o Monte Roraima (RO). Sua biota encontra-se em melhor estado de preservação por conta das Áreas Protegidas na região. Nessa parte da Amazônia a massa florestal se mantém pouco alterada principalmente nas grandes unidades de conservação e nas terras indígenas (onde vivem as populações indígenas tradicionais).

✓ O terceiro seria a Amazônia Central, área de transição entre as duas citadas acima.

A Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós inclui preponderantemente, dentro do seu perímetro, dois dos eixos centrais qualificados pela autora: o Arco do Desmatamento, a porção ao sul e a sudeste, onde se situa a Ecorregião em estudo, com grande desmatamento, extração de madeira, criação de gado e agricultura (com a entrada em

força da soja e grãos); e a Amazônia Central, a oeste, onde a maior parte da superfície é constituída por terras indígenas já demarcadas e unidades de conservação, rodeada de criação de gado, garimpos, exploração de madeira e produção de grãos.

O tecido urbano presente no Arco do Desmatamento, ainda se faz rarefeito em outras partes da Ecorregião. Vale ressaltar que a urbanização aqui tratada e considerada é aquela que ocorre em sedes municipais e vilas, de inúmeros e minúsculos municípios dormitórios (menos de 10 mil habitantes), estreitamente ligados à extração vegetal na floresta, pois não têm equipamentos urbanos e recursos humanos suficientes para a governança municipal.

É imprescindível utilizar as bases estatísticas para a análise da Ecorregião, de modo que se abordem a demografia, a economia, as questões sociais, de saúde, educação e bem-estar da sua população, entre vários outros pilares que poderíamos referir. Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, os limites geográficos da Ecorregião foram ajustados pela divisão político-administrativa municipal, porque só assim seria possível referenciá-la através de indicadores selecionados das estatísticas nacionais (principalmente as do IBGE). Foram incluídos 66 municípios (Figura 3-1), 47 em Mato Grosso e 19 no Pará, perfazendo uma área total de 778.447 km², todos os municípios que atendiam, a pelo menos um dos dois seguintes critérios¹:

✓ Municípios cujas superfícies se encontram no interior da Ecorregião, resultando num total de 60.

✓ Municípios com superfícies apenas parcialmente inseridas na Ecorregião, mas com sua sede municipal e, portanto, a maior parte de sua população aí localizada. São em número de seis municípios.

✓ Definimos o Entorno (cor cinza escura, Figura 3-1) como a área de abrangência de todos os municípios que circundam a borda da Ecorregião² (cor cinza clara, Figura 3-1), perfazendo 414.491 km² de área e um total de 43 municípios, distribuídos entre os seguintes estados: Amazonas, com dois municípios; Rondônia, com apenas um; Mato Grosso, com 23, e finalmente o Pará, com 17.

¹ Para a caracterização de localizações de recursos minerais, como a extração mineral pelas empresas de mineração e os garimpos, este critério de cidade-sede não se aplica, prevalecendo o geográfico e sempre que possível, se incluirão na análise os empreendimentos relevantes e vizinhos à Ecorregião.

² Embora tenham alguma interseção territorial com a Ecorregião, sua sede está fora do polígono, muitas vezes localizada a centenas de quilômetros de distância.

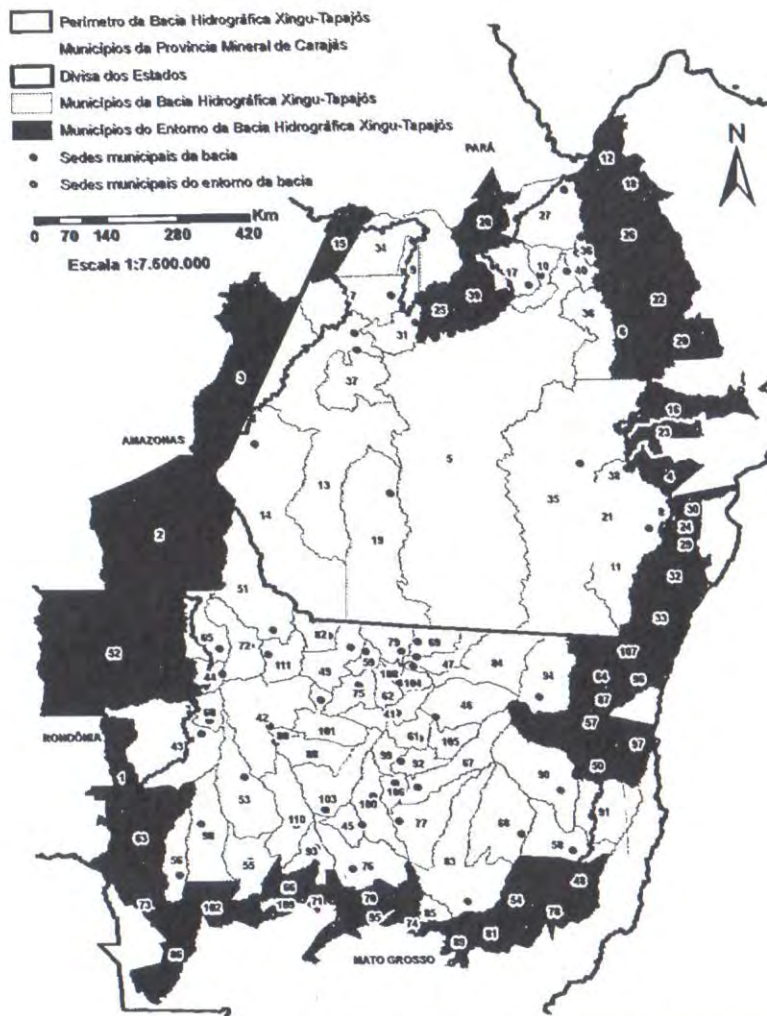


Figura 3-1. Divisão político-administrativa municipal da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e seu entorno. Legenda: 4, Água Azul do Norte; Água Azul do Norte, 4; Água Boa, 48; Alta Floresta, 49; Altamira, 5; Alto Boa Vista, 50; Anapu, 6; Apicás, 51; Apuí, 2; Aripuanã, 52; Aveiro, 7; Bannach, 8; Belterra, 9; Brasil Novo, 10; Brasnorte, 53; Campinápolis, 54; Campo Novo do Parecís, 55; Campos de Júlio, 56; Canabrava do Norte, 57; Canarana, 58; Carlinda, 59; Castanheira, 60; Cláudia, 61; Colider, 62; Comodoro, 63; Confresa, 64; Cotriguaçu, 65; Cumaru do Norte, 11;

Diamantino, 66; Feliz Natal, 67; Gaúcha do Norte, 68; Guarantã do Norte, 69; Gurupá, 12; Itaituba, 13; Itaúba, 41; Jacareacanga, 14; Juara, 42; Juína, 43; Juruena, 44; Juruti, 15; Lucas do Rio Verde, 45; Marabá, 16; Marilândia, 46; Matupá, 47; Maués, 3; Medicilândia, 17; Melgaço, 18; Nobres, 70; Nortelândia, 71; Nova Bandeirantes, 72; Nova Brasilândia, 74; Nova Canaã do Norte, 75; Nova Guarita, 108; Nova Lacerda, 73; Nova Marilândia, 109; Nova Maringá, 110; Nova Monte Verde, 111; Nova Mutum, 76; Nova Ubiratã, 77; Nova Xavantina, 78; Novo Horizonte do Norte, 80; Novo Mundo, 79; Novo Progresso, 19; Novo Repartimento, 20; Novo São Joaquim, 81; Ourilândia do Norte, 21; Pacajá, 22; Paranaíta, 82; Paranatinga, 83; Parauapebas, 23; Pau d'Arco, 24; Peixoto de Azevedo, 84; Placas, 25; Planalto da Serra, 85; Pontes e Lacerda, 86; Portel, 26; Porto Alegre do Norte, 87; Porto de Moz, 27; Porto dos Gaúchos, 88; Prainha, 28; Primavera do Leste, 89; Querência, 90; Redenção, 29; Ribeirão Cascalheira, 91; Rio Maria, 30; Rosário Oeste, 95; Rurópolis, 31; Santa Carmem, 92; Santa Maria das Barreiras, 32; Santa Terezinha, 96; Santana do Araguaia, 33; Santarém, 34; São Félix do Araguaia, 97; São Félix do Xingu, 35; São José do Rio Claro, 93; São José do Xingu, 94; Sapezal, 98; Senador José Porfirio, 36; Sinop, 99; Sorriso, 100; Tabaporã, 101; Tangará da Serra, 102; Tapurah, 103; Terra Nova do Norte, 104; Trairão, 37; Tucumã, 38; União do Sul, 105; Uruará, 39; Vera, 106; Vila Rica, 107; Vilhena, 1; Vitória do Xingu, 40. Fonte: Elaboração própria a partir dos dados primários do IBGE (2010a, 2010b).

3.3 Terras indígenas e unidades de conservação

Observa-se na parte central da Ecorregião, no vale do rio Xingu, do nordeste do Mato Grosso ao centro do Pará, um grande corredor de áreas protegidas contíguas, 33 Unidades de Conservação e mais 42 Terras Indígenas (TI's), em diferentes estágios de regularização ou já regularizadas (Figura 3-2). Compreendendo uma superfície de 467.392,6 km², as TI's e as UC's representam 60,4 % da área total oficial da Ecorregião. Quando comparada com outras dimensões nacionais, as áreas equivalem a duas vezes o Estado de São Paulo. Verifica-se ainda que é aproximadamente a metade da área da região Sudeste do Brasil.

As áreas protegidas na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós formam um mosaico de UC's, que pode ser uma estratégia de sucesso para a conservação dessa parcela da Amazônia por meio de corredores ecológicos. Entretanto na sua proximidade há diferentes atividades: desmatamento para a exploração da madeira, gado, agropecuária, os projetos de mineração, os muitos projetos hidrelétricos, onde avulta a hidrelétrica de Belo Monte, bem como a expansão da malha rodoviária, que cresceu irregularmente na

última década. As unidades de conservação cumprem papel decisivo na conservação da natureza e no ordenamento do uso dos recursos naturais. O desmatamento na Amazônia avança numa velocidade 12 vezes maior fora das unidades de conservação (Carneiro Filho & Souza, 2009). O particular desmata terras públicas na expectativa de legalizar a posse sobre as mesmas, enquanto a criação de UCs visa eliminar a expectativa de legalização dessas ocupações (Carneiro Filho & Souza, 2009).

3.4 Território e população

Nas últimas décadas do Século XX, momento de maior integração do território brasileiro, a Amazônia passa por profundas mudanças estruturais (Becker, 2005). Merece destaque o novo arranjo do povoamento regional, marcado pela localização próxima às rodovias, e não somente ao longo das vias fluviais. Em vista disso, a Amazônia apresentou a maior taxa de urbanização do país com 14 milhões, 69 % dos seus mais de 20 milhões de habitantes, vivendo em núcleos urbanos, ainda que, em média, abaixo de 10.000 habitantes e desempenhando importante papel na dinâmica regional (Becker, 2005).

Tabela 3-1. Indicadores demográficos. Fonte: IBGE (2010b).

Indicador	Ecorregião	Entorno
Número de municípios	74	37
Área da Unidade Territorial (km ²)	773.347	414.491
População 1991 (milhões de hab.)	1,4	0,9
População 2000 (n.º hab.)	1,4	1,1
População 2007 (n.º hab.)	1,6	1,4
Variação Populacional 2000-2007 (%)	17	17
Densidade Demográfica 2007 (hab/km ²)	2,1	3,9

A Amazônia caracteriza-se por uma dinâmica populacional intensa, mas não é o caso da Ecorregião Aquática Xingú-Tapajós. Esta Ecorregião apresentava 1,6 milhões de habitantes em 2007 (Tabela 3-1), e a população cresce num padrão diferente do resto da Amazônia, num ritmo muito mais modesto e moderado. Entre 1991 e 2000, a Ecorregião manteve a mesma população, sem nenhum crescimento, e em anos recentes, entre 2000 e 2007, apenas 17 % de crescimento em relação a 2000, saldando-se num acréscimo de 250 mil habitantes. Já o entorno da Ecorregião teve crescimento um pouco maior no período, com destaque para os anos 90. Quanto à área dos municípios da Ecorregião, 773 mil km², corresponde a 14 % da área total da Amazônia Legal. Já a densidade

demográfica da Ecorregião é bem baixa, registrando quase a metade da densidade da borda.

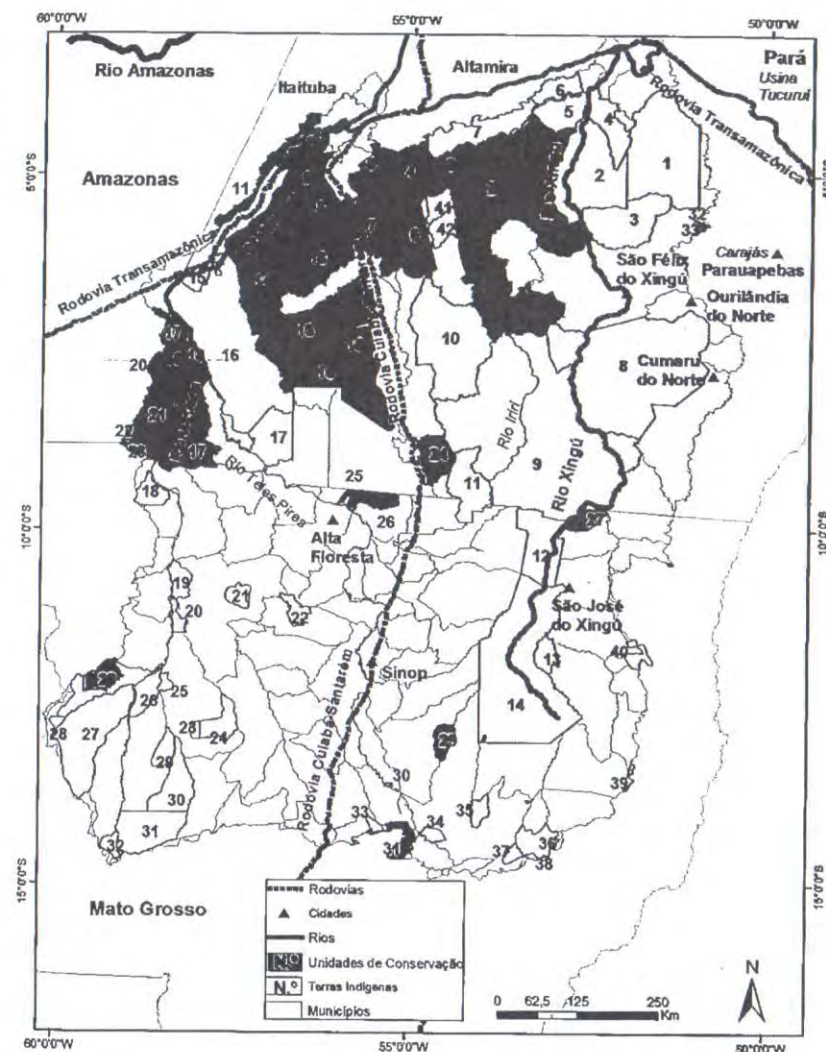


Figura 3-2. Terras Indígenas e unidades de conservação na Ecorregião Aquática Xingú-Tapajós. Terras indígenas: 1, Trincheira/Bacajá; 2, Arawete Igarapé Ipixuna; 3, Apyterewa; 4, Koatinemo; 5, Kararaô; 6, Arara; 7, Cachoeira Seca; 8, Kayapó; 9, Menkraganotí; 10, Baú; 11, Paraná; 12, Capoto/Jarina; 13, Wawi; 14, Parque do

Xingu; 15, Sai-Cinza; 16, Munduruku; 17, Cayaby; 18, Escondido; 19, Japuira; 20, Erikbaktsa; 21, Apiaka/Cayabi; 22, Batelão; 23, Irantxe; 24, Irantxe/Manoki; 25, Menku; 26, Enawenê/Nawê; 27, Nambikwara; 28, Pirineus de Souza; 29, Tircatinga; 30, Utiariti; 31, Paresi; 32, Juininha; 33, Santana; 34, Bakairi; 35, Marechal Rondon; 36, Parabubure; 37, Ubawawe; 38, Chão Preto; 39, Pimenta Barbosa; 40, Maraiwatsede; 41, Xipayá; 42, Kuruaya. Unidades de Conservação: 1, Parque Nacional Serra do Pardo; 2, E.E. da Terra do Meio; 3, Resex do Rio Iriri; 4, R.Ex. Riozinho do Anfrísio; 5, F.N. do Trairão; 6, F.N. Altamira; 7, P.N. do Jamanxim; 8, F.N. Itaituba 1; 9, F.N. Itaituba 2; 10, Parna da Amazônia; 11, P.N. da Amazônia; 12, F.N. do Amanã; 13, APA Tapajós; 14, F.N. do Crepori; 15, F.N. Jamanxim; 16, P.N. do Rio Novo; 17, P.N. do Juruena; 18, Resec Apiacás; 19, RDS Barariti; 20, Floresta Apuí; 21, Parest do Sucunduri; 22, Floresta do Sucunduri; 23, P.E. Igarapés do Juruena; 24, R.B. Nascentes da Serra do Cachimbo; 25, P.E. Cristalino 1; 26, P.E. Cristalino 2; 27, P.E. Xingu; 28, Esena do Iquê; 29, Esc do Rio Onuro; 30, APA do Salto Magessi; 31, APA das Cabeceiras do Rio Cuiabá; 32, Flora do Tapirapé-Aquiri; 33, F.N. Itacaiuna. Fonte: Elaborado a partir de dados primários do IBAMA e FUNAI (2010a e 2010b).

Os corredores de povoamento da Ecorregião delimitam-se a partir do Mato Grosso, principalmente ao longo do eixo rodoviário Cuiabá-Santarém (PAS, 2004). A população existente remonta a um processo de migração ocorrido com maior intensidade na década de 1970 e descrito na introdução. Atualmente o padrão de acréscimo de população deve-se ao crescimento natural biológico e não à migração intra-regional, devido à exaustão de recursos naturais e à concentração fundiária, principalmente no arco do desmatamento, a porção ao norte de MT e a leste do PA, respectivamente ao sul e a sudeste da Ecorregião.

Entretanto a variação recente populacional da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós a nível municipal deve ser estudada com muito cuidado, já que o total do crescimento populacional verificado entre 2001 e 2007, de 17 %, é apenas derivado de um resultado que é a média do somatório dos 74 municípios da Ecorregião. Nesse sentido, ressalte-se que:

- ✓ Há municípios com crescimento muito maior que a média (por exemplo, 17 municípios mostram crescimento superior a 30 % no período); o município de Nova Bandeirantes, teve o maior crescimento percentual entre os municípios da Ecorregião, de 90 %, entre 2000 e 2007, ou seja, de 6.900 para 12.200 habitantes.

- ✓ Há também municípios com diminuição de população muito significativa, em geral são municípios muito pequenos, com menos de 10 mil habitantes, Itaituba, por exemplo, foi o que mais mostrou perda demográfica, reduzindo a sua população, de 2000 para 2007, de 7.100 para 4.600 habitantes, quase 50 % em sete anos.

Tabela 3-2. Estrutura populacional da população nos municípios da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: IBGE (2010b)

Faixa populacional (milhares)	municípios	%	habitantes	%
mais de 200	1	1	274.285	17
entre 100 e 200	2	3	223.956	14
entre 50 e 100	3	5	206.477	12
entre 25 e 50	11	17	363.787	22
entre 10 e 25	28	42	443.540	27
menos de 10	21	32	129.284	8
TOTAL	66	100	1.641.329	100

Os dados de 2007, classificando os municípios por faixas de dimensão populacional (Figura 3-3), revelam dois movimentos muito relevantes:

- A população da Ecorregião se concentra, majoritariamente, em poucos municípios, mas de grande número de habitantes:

- ✓ Acumuladas as faixas, os municípios acima de 50 mil habitantes são apenas seis, ou 10 % do total do número de municípios da Ecorregião, que concentram a maioria da sua população, o equivalente a 68 % da população total.

- ✓ Com população acima de 200 mil temos um município, Santarém, que com 275 mil habitantes concentra 17 % do total da população da Ecorregião.

- ✓ Na faixa populacional de 50 a 200 mil habitantes, são apenas cinco os municípios e respondem por 51 % do total da população da Ecorregião entre eles se inclui a garimpeira Itaituba, com 188 mil habitantes, Sinop com 106 mil³, Altamira, com 92 mil habitantes, Vilhena com 66 mil, São Félix do Xingu, com 59 mil, e Sorriso, com 55 mil (ambas cresceram cerca de 50 % nos últimos sete anos).

- A população também se dispersa muito, pelos pequenos e pequeníssimos municípios, e tem a proximidade da fonte do recurso natural como pré-condição para as suas atividades de extração de madeira e pecuária. Na faixa com menos

³ O município de SINOP não representa o padrão típico - moderado - de evolução populacional da Ecorregião, é um fenômeno em termos de explosão habitacional, trata-se já em 2000 de um grande município comparativamente à média da Ecorregião, e de 1990 a 2000 duplica a sua população, passa de 38 mil para 75 mil e de 2000 a 2007 aumenta em mais de 50% atingindo 106 mil habitantes, significando a adição de um contingente considerável habitacional.

de 25 mil habitantes, estão o significativo número de 49 municípios, 74 % do número total que respondem por apenas 35 % do quantitativo de habitantes.

Já o entorno da Ecorregião, composto por 37 municípios, apresenta o seguinte perfil (Figura 3-3):

- ✓ Quatro municípios que concentram, praticamente, um terço da população do entorno: Marabá com 196 mil habitantes; Parauapebas, com 133 mil habitantes; Tagará do Sul, com 76 mil habitantes e Redenção, com 64 mil habitantes, totalizando 469 mil habitantes. A exceção de Redenção, com pequeno crescimento, os outros três municípios mostram, de 2000 a 2007, um crescimento explosivo, por exemplo, Parauapebas, cresceu 86 %.
- ✓ Para os restantes municípios do entorno, existe um padrão populacional muito diferente daqueles da Ecorregião, que mostra, por exemplo, não existir uma quantidade significativa de municípios com baixa densidade populacional.

Como vimos, alguns municípios da Ecorregião apresentam anomalias com explosivo crescimento ou decréscimo populacional, remetendo a uma série de implicações para os aglomerados urbanos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós:

"A urbanização acelerada, associada às deficiências das políticas públicas e dos investimentos relativos à ocupação do solo urbano, abastecimento de água, saneamento básico, gerenciamento de resíduos sólidos e geração de emprego, colocaram milhões de pessoas em habitações insalubres, tanto nas áreas metropolitanas, quanto nas cidades e vilas do interior. Ressalte-se que na Amazônia a salubridade, refletida na mortalidade infantil e na esperança de vida, pode ser maior nas áreas rurais ou nas áreas mais remotas, onde há maior acesso a alimentos e água e menor contaminação, embora os serviços de saúde sejam menos acessíveis" (PAS, 2004, p.11).

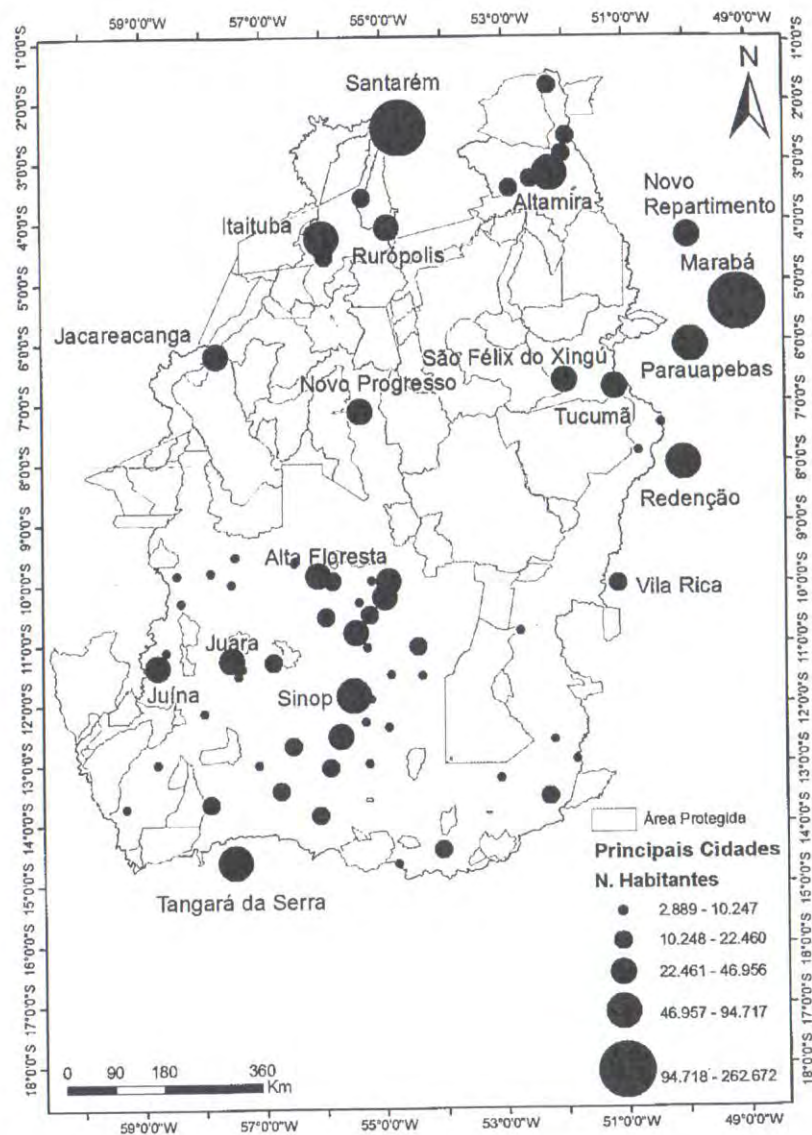


Figura 3-3. População das sedes municipais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: Elaboração própria a partir de dados primários de população municipal de 2007/ IBGE (2010b).

3.5 Principais atividades econômicas

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, em 2010, a grande maioria dos municípios tem como principal atividade econômica a extração da madeira e a fabricação de produtos derivados, além de expressivo rebanho de bovinos, com criação extensiva, abate e frigoríficos. Ainda nos últimos 20 anos, ao sul da Ecorregião (a noroeste de Mato Grosso) tem-se desenvolvido a produção de soja (e outros grãos, como o milho). Os mais expressivos municípios brasileiros produtores de soja estão localizados na Ecorregião (localizados no nordeste de Mato Grosso), que já participam com cerca de 10 % do total exportado pelo Brasil. Ainda existe, em pequena escala, a diversidade de pequenos cultivos de subsistência (PERFIS MUNICIPAIS, 2010; WIKIPÉDIA, 2010; Carneiro Filho & Souza, 2009).

Até a década de 70, o extrativismo foi a base econômica principal da Amazônia, enquanto a agricultura restringia-se à lavoura de subsistência. A partir de então, a hegemonia do extrativismo foi sendo quebrada pelo desenvolvimento das atividades agrícolas. Diversos projetos foram implantados, atraídos pela política de incentivos do governo militar, levando ao desmatamento, causado principalmente pela atividade econômica de extração da madeira, pela atividade pecuária e ainda pelos grandes projetos de mineração implantados.

A criação de gado é responsável por 80 % do desmatamento (Carneiro Filho & Souza, 2009). Nos assentamentos dos sem-terra, a falência de uma exploração agrícola coletivista, dá lugar ao desmatamento predatório, com a extração da madeira.

A introdução das atividades econômicas na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, seguiu esse mesmo padrão. Em um primeiro momento, iniciou-se a ocupação por interesses econômicos: extração de madeira, queimadas, desmatamento, colonização por projetos agrícolas, grilagem de terras e assentamentos, bem como a pecuária, caminharam juntos.

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, o desmatamento se dá mais fortemente em três eixos: ao norte, nos municípios do Pará, onde passa a Transamazônica (no sentido leste e oeste); no centro geográfico da Ecorregião, (no sentido norte-sul), ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém, e finalmente ao sul da Ecorregião, norte do Mato Grosso, *locus* de uma intensa inserção de atividades econômicas, no arco do desmatamento da região amazônica (Carneiro Filho & Souza, 2009).

3.5.1 Riqueza, crescimento econômico e industrialização

Se o objetivo principal da colonização era a integração da Amazônia com o Brasil, que desenvolvimento econômico e riqueza essa política trouxe de resultados e de

sucesso para a população Amazônica e da Ecorregião em questão, e por consequência para toda a sociedade brasileira? O PIB, a geração de toda a riqueza de um município pela sua população, pode ser um dos bons indicadores para avaliar os resultados. O mesmo se pode dividir em agricultura, indústria e serviços.

Quando se examina o PIB municipal dos municípios integrantes da Ecorregião e perfis de atividades divulgados pelos portais eletrônicos de responsabilidade das prefeituras, verificamos que todos os municípios têm muito baixo percentual de industrialização (Tabela 3-3):

✓ Apenas seis têm um percentual superior a 20 %; o de maior percentual, de 26 %, é Matupá (MT), seguido por Ourilândia do Norte (PA), Tucumã (PA), Nova Canaã do Norte (MT), Colíder (MT) e Itaituba (PA).

✓ Por um segundo critério de valor absoluto do PIB industrial, obtêm-se apenas cinco municípios com PIB industrial superior a R\$ 100 milhões, os municípios de Sinop (MT), Santarém (PA), Sorriso (MT), Itaituba (PA) e Campo Novo do Parecis (PA)⁴ (IBGE, 2010a).

✓ Na borda da Ecorregião, há PIB's industriais mais altos. Parauapebas, com a extração de minério de ferro, atinge 72 % do total do PIB; Marabá, com manganês e ferro-gusa, 52 %; Nobres (MT), 40 %, com as serrarias e produtos da madeira, e Redenção (PA), com 37 %, pela produção de cimento, a única cimenteira de Mato Grosso pertencente ao grupo privado brasileiro Votorantim.

Finalmente, se fizermos uma análise de conteúdo e modernidade nas estruturas industriais e produtivas implantadas na Ecorregião, estas são extremamente débeis com muito escassa agregação de valor, situando-se na cadeia produtiva muito próxima ao recurso natural e, conseqüentemente, muito distante do bem final, o mercado de consumo. Essas são atividades extrativas de recursos naturais, da silvicultura da floresta, por meio do desmatamento e da implantação de indústrias leves e tradicionais, como a de serrarias da madeira, abate de gado e frigoríficos, acoplados às indústrias de derivados de carne. A mais sofisticada estrutura industrial na Ecorregião é a da Portland, produtora de cimento.

⁴ O município de Itaituba é selecionado pelos dois critérios.

Tabela 3-3. Municípios da Ecorregião com setor industrial relevante. Fonte: IBGE (2010b); MTE (2010); WIKIPÉDIA, 2010; Carneiro Filho & Souza (2009); Carlini & Carniato (2008); PERFIS MUNICIPAIS (2010).

Município	UF	% PIB ind.	Localização	Atividades
Maior percentual de PIB Industrial na Ecorregião (superior a 20 %)				
Matupá	MT	25,6	Centro da Ecorregião.	24 serrarias, 3 para fabrico de móveis e 12 frigoríficos.
Ouritândia do Norte	PA	23,3	Dentro e a leste da Ecorregião, na Província de Carajás, sua origem é garimpeira.	Há implantação de projetos minero-metalúrgicos, como níquel em Onça-Puma pela Vale, com grande contingente de empregados na construção civil.
Tucumã	PA	23,2	A leste da Ecorregião, na província de Carajás.	Frigoríficos, extração e indústria de produtos da madeira.
Nova Canaã do Norte	MT	22,6	Centro da Ecorregião e ao norte de MT.	7 serrarias e 7 de produtos alimentícios e ainda frigoríficos.
Colíder	MT	21,8	Centro da Ecorregião e ao norte de MT. Contígua a Nova Canaã.	Desmatamento de grandes áreas da cobertura florestal original. Garimpo, 16 serrarias, 9 de móveis e 22 frigoríficos.
Itaituba	PA	20,5	A leste da Ecorregião e no sul do Pará	Garimpo, agropecuária e madeireiro.
Grande volume de PIB Industrial na Ecorregião (superior a R\$ 100 milhões)				
Sinop	MT	225	Centro da Ecorregião e ao norte de MT.	448 estabelecimentos industriais, dos quais 248 são serrarias, com 700 empregados, e 55 fábricas de produtos alimentícios. Grande extração de madeira e também em União do Sul, contíguo.
Santarém	PA	215	Extremo nordeste da Ecorregião e a oeste do Pará.	Extração de madeira, serrarias, borracha e castanha-do-pará; bovinos. Deverá escoar, dentro de dois anos, 10 milhões de toneladas de soja via porto de Santarém (PA), 55 % de toda a soja de MT.
Sorriso	MT	153	Centro-sul da Ecorregião e no norte de MT.	Extração da madeira; 21 serrarias, 14 de móveis, produção importante de soja e algodão.
Campo Novo do Parecis	MT	110	A sudoeste da Ecorregião e a noroeste de MT.	Beneficiamento de algodão e arroz, seis serrarias.

Em 2010, as atividades econômicas dos municípios da Ecorregião com alguma relevância em relação às atividades industriais (Tabela 3-3) revelam um retrato muito marcante que corrobora as afirmativas apresentadas acima. Estas atividades são detalhadas a seguir.

3.5.2 Extração de madeira, pecuária e agricultura

As áreas de expansão da fronteira agropecuária situam-se nos eixos das principais rodovias que cortam a Amazônia Legal: BR-230 (Transamazônica), BR-364

(Cuiabá-Porto Velho), BR-163 (Cuiabá – Santarém), BR-153 (Belém-Brasília) e as rodovias estaduais PA-150 e MT-138. As estradas estão também entre os agentes mais evidentes do crescimento do setor madeireiro na Amazônia e do desmatamento. Para isso, contribuíram ainda o aumento da demanda (por conta do esgotamento dos estoques de madeira dura do Sul do Brasil e do crescimento da economia nacional e a demanda internacional) e o fato de a madeira na região amazônica apresentar custos mais baixos (IBGE, 2010c).

A área de lavoura temporária e o efetivo bovino são importantes variáveis para compreender as modificações ocorridas na economia local. Toda a imensa área territorial do Estado do Pará não apresenta uma forte vocação agrícola, como a cultura de soja, que é incipiente no Estado, em contraposição ao Estado de Mato Grosso, grande produtor, o maior do Brasil. Com relação à criação de gado, ambos os estados possuem um grande rebanho, porém com maior significância no Mato Grosso, que tem mais de 26 milhões de cabeças, para o rebanho de cerca de 16 milhões no Pará. Deve-se levar em conta que a expansão da fronteira agrícola dá-se primeiro com a pecuária extensiva (75 % da área desmatada é ocupada pela pecuária) e depois pela agricultura. A pastagem ocupada pelo gado é uma forma de reserva de terras, justificada neste caso por uma atividade econômica. No futuro pode haver ainda expansão na produção de biocombustíveis e etanol, principalmente no Mato Grosso, que decuplicou a sua produção de 2007 para 2008, ocupando pastagens e deslocando o gado para região de floresta a ser desmatada (IBGE, 2010b; Carneiro Filho & Souza, 2009).

A Tabela 3-4 identifica os principais tipos de cultivo e o volume produzido em 2007 nos 111 municípios que fazem parte da Ecorregião e do seu entorno, subdivididos dos que pertencem aos estados do Mato Grosso ou Pará.

Tabela 3-4. Agropecuária e silvicultura nos municípios da Ecorregião e do entorno no Pará e em Mato Grosso no ano de 2007. Fonte: IBGE (2010b).

Produto	Municípios da Ecorregião e do entorno no Pará	Municípios da Ecorregião e do entorno em Mato Grosso
Área	632.859km ²	454.979km ²
Bovinos (cabeças)	8.276.070	15.411.569
Soja (t)	67.442	11.361.697
Cana de Açúcar (t)	29.232	3.885.121
Milho (t)	173.849	4.524.294
Mandioca (t)	1.070.585	315.925
Lenha (m ³)*	795.037	830.669
Madeira (m ³)*	2.701.379	1.206.916

Nota: * para o ano de 2006.

Com uma área territorial 50 % maior do que a do Estado de Mato Grosso, o Pará, contudo, não têm uma expressiva produção de soja, de cana e de milho e mesmo um rebanho de bovinos comparável ao do Estado de Mato Grosso. Quanto à mandioca e à madeira, o Pará tem uma produção maior, denotando o peso primordial desempenhado por esta atividade extrativa da floresta.

3.5.2.1 Extração da madeira

As estatísticas oficiais dos municípios sobre extração de madeira em tora e lenha em 2008 estão certamente subavaliadas. Para os municípios dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós a produção anual registrada foi 1,7 milhão de m³ de madeira em tora e 1 milhão de m³ de lenha, 60 % extraída no Estado de Mato Grosso e 40 % no Estado do Pará; pelas estatísticas, o município de Alta Floresta é o primeiro extrator de madeira da região. Já no entorno da Ecorregião, a produção tanto de madeira como de lenha atinge valores equivalentes aos da Ecorregião, apenas ligeiramente mais elevados, respectivamente 2,2 milhões e 600 mil. Juntas ambas as áreas respondem por 30 % do total da madeira em toras e apenas 5 % da lenha extraída em 2008 no país. Contudo, em relação a Mato Grosso, é na Ecorregião que se localiza a maior parte da extração de madeira do estado, 70 % do total, enquanto para o Estado do Pará a Ecorregião apenas representa 10 % do total da madeira extraída nesse estado.

3.5.2.2 Pecuária

Os efetivos de gado da Amazônia Legal respondem pela maior parte do crescimento do rebanho bovino brasileiro nos últimos 10 anos; praticamente todo o incremento do rebanho nacional ocorreu no Pará, em Mato Grosso e em Rondônia. Houve grandes pressões para que se remodelasse e ampliasse uma rede de transporte federal e estadual na região, subsidiada pelos contribuintes e considerada fundamental para que amplas áreas continuassem a ser mobilizadas para a atividade pecuária. Isso significa incorrer nos mesmos erros, aumentando as pressões para a destruição da floresta mais rapidamente. Observa-se que, em 2008, os dois estados são grandes produtores, sendo o Pará, ainda situado na fronteira agrícola, detentor de um contingente menor de cabeças de gado que o Estado de Mato Grosso, respectivamente 16 milhões e 26 milhões, totalizando 20 % do rebanho brasileiro. Deste total, a Ecorregião tem 15 milhões de cabeças de gado, e o entorno, 9 milhões; São Félix do Xingu responde sozinho por 1,8 milhões, e Juara, por 0,9 milhões.

3.5.2.3 Agricultura: soja e grãos

Nos anos 90, um novo e importante vetor de ocupação se deu com a entrada da agricultura capitalizada, com destaque para a soja. A potencialidade para o cultivo de grãos se dá principalmente nas áreas de cerrado da Amazônia Legal, ou seja, Mato Grosso, Tocantins e sul do Maranhão. Por sua vez, o crescimento de alguns pólos de plantio de soja, nos municípios de Sorriso, em Mato Grosso, e de Santarém, Marabá e Redenção, no Pará, reflete a execução de políticas estaduais de incentivo a plantios comerciais fora das áreas de expansão do cerrado. Dos 20 maiores municípios produtores de soja do país em 2008, 10 encontram-se dentro da Ecorregião: Lucas do Rio Verde, Nova Ubiratã, Diamantino, Querência, Campos de Júlio, Brasnorte. E quanto a milho, Sorriso que é o primeiro município brasileiro produtor de soja, é também o primeiro município brasileiro produtor de milho, seguido de Lucas do Rio Verde, ambos localizados na Ecorregião. Outros municípios localizados ao sul da Ecorregião e ao norte de Mato Grosso - Campo Novo de Parecis, Sapezal, Tupuah, Campo Verde, Nova Mutum e Sinop - produzem grãos: soja, arroz e milho.

3.5.3 Recursos minerais: mineração, garimpos, eventos minerários e royalties.

O Brasil é atualmente um dos cinco maiores produtores de minerais do mundo e cerca de 80 % da sua produção se destina à exportação, abastecendo as principais economias industrializadas do mundo, importante e imprescindível fornecedor entre outros, da China, do Japão, dos Estados Unidos e da União Européia.

O total das exportações brasileiras atingiu US\$ 198 bilhões em 2008, sendo 22 % de origem mineral, US\$ 43 bilhões, distribuídas entre a indústria extrativa mineral (sem nenhuma transformação além da lavra do minério), com US\$ 19 bilhões e a indústria de transformação mineral (minério com alguma transformação industrial), com US\$ 24 bilhões.

Na Amazônia extrai-se predominantemente minério de ferro, bauxita (minério de alumínio), minérios de cobre e caulim e ainda se processa a alumina e o alumínio. A quase totalidade da produção é exportada para os grandes centros consumidores mundiais, o Japão, a China, a União Européia e os Estados Unidos da América. Por exemplo, do minério de ferro exportado, o Brasil é o maior exportador mundial, 71 % do total vai para a China e Japão, do alumínio, o Japão é o nosso maior comprador, do cobre, para a Alemanha, o manganês para a China, a bauxita e o ferro-gusa para os Estados Unidos. A Amazônia participa com US\$ 24 bilhões nas exportações do Brasil, dos quais 45 %, ou seja, US\$ 11 bilhões são de produtos minerais. A metade desse total é exportada com algum grau de industrialização (agregação de valor), sendo a outra

metade exportada majoritariamente em bruto, sem nenhuma agregação de valor ao produto, avultando dentre eles o minério de ferro de Carajás.

Até a primeira década do século XXI as principais minerações em atividade na Amazônia Oriental se localizam no Pará, Na Província de Carajás, na borda da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós⁵, com a produção de minério de ferro em Carajás, no município de Parauapebas e ao norte, fora da área da Ecorregião, a noroeste, a bauxita em Oriximiná, na MRN - Mineração Rio do Norte (cerca de 18 milhões t/ano) e a bauxita em Paragominas, fora e mais a leste da Ecorregião (com 1,8 milhões t/ano) pela Vale. A primeira, de minério de ferro, é exportada em bruto, através do porto de Itaqui no Maranhão e a segunda, de bauxita, é parcialmente transformada no Pará em alumina e alumínio pelas empresas Albrás e Alunorte, localizadas em Barcarena, Belém do Pará e depois também exportada.

Entretanto, muitos interesses minerais encontravam-se na prateleira do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), do Ministério de Minas e Energia (MME), que detinham milhares de áreas dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, muitos localizados em Terras Indígenas (TI's) - e em Unidades de Conservação (UC's), a grande maioria para ouro.

Acresce que a hidrelétrica de Belo Monte, uma das maiores do mundo e fundamental para alguns novos projetos planejados pelos grandes grupos minerais, está projetada para Altamira (PA), localiza-se dentro da Ecorregião e a sua licença de construção foi expedida em fevereiro de 2010.

Em 2010, encontram-se já em produção, implantação ou já projetados para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós um grande número de grandes projetos de dimensão global. A Figura 3-4 apresenta a localização destas atividades minerais através da identificação apenas de empresas de mineração e lavras garimpeiras em atividade ou em fase de projeto em implantação.

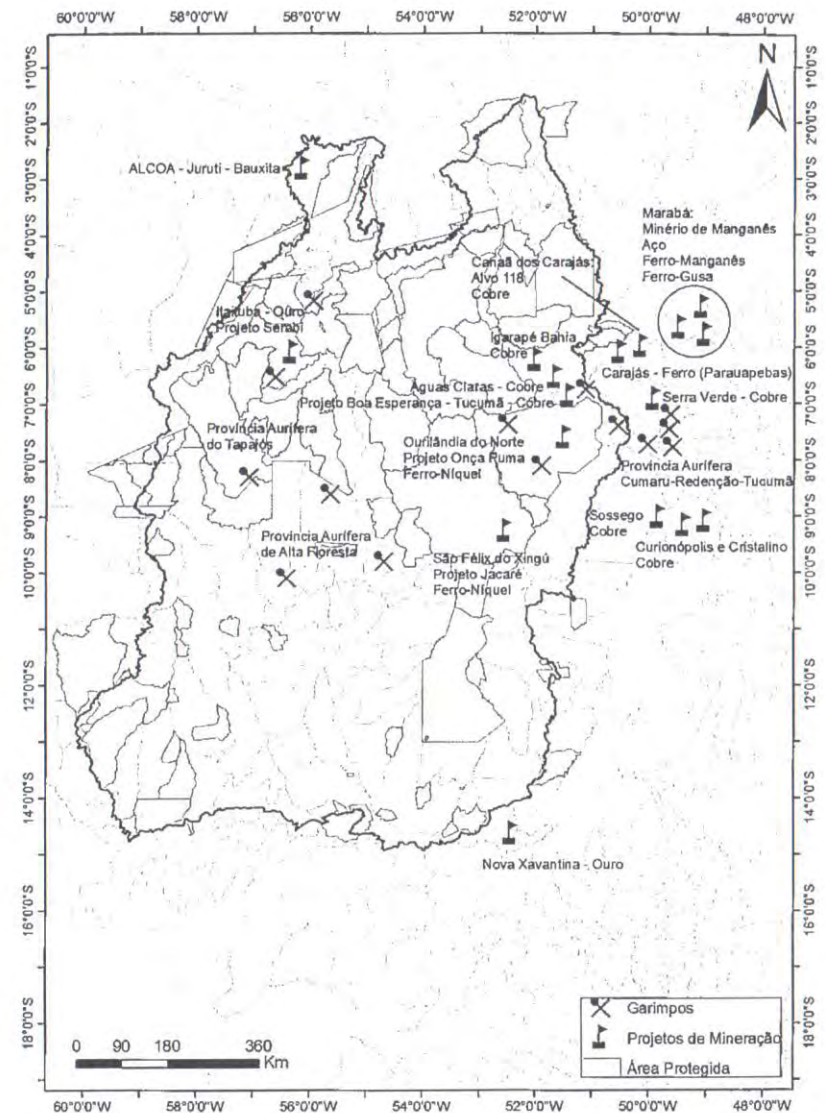


Figura 3-4. Atividades minerais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e no seu entorno: mineração empresarial (minas em produção e projetos em desenvolvimento) e garimpos. Fonte: Elaboração dos autores a partir de dados primários obtidos nos sites das empresas BRASIL MINERAL (2010) e IBRAM (2010).

⁵ Dos municípios que constituem a Província de Carajás, apenas dois se encontram totalmente localizados dentro da Ecorregião Xingu-Tapajós, os municípios Bannach e Ourilândia do Norte. Na borda, com uma pequena parte de sua superfície dentro da Ecorregião, outros três municípios, Parauapebas (mas não a mineração de minério de ferro localizada fora da Ecorregião a este), Água Azul do Norte e Marabá têm na borda uma pequena interseção. Os seguintes municípios também pertencentes à Província não se encontram na Ecorregião, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Piçarra, Rio Maria, Sapucaia e Xinguara.

3.5.3.1 Mineração

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, a produção mineral não é intensa e se dá na sua borda. Entretanto, em Juruti (PA), tem-se a produção mineral recente de um grande projeto de bauxita, da norte-americana Alcoa, que produzirá inicialmente 2,6 milhões t/ano podendo atingir 12 milhões t/ano, maior que a produção da Vale em Paragominas e ainda, desde há décadas, em atividade (ALCOA, 2010). Também a atividade garimpeira é muito forte dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, na Província Garimpeira do Tapajós (PA) e na Província Aurífera de Alta Floresta (MT). Entretanto, esta situação vai mudar muito rapidamente e, durante os próximos anos, grandes projetos minero-metalúrgicos, vários deles eletro-químico-intensivos, vão entrar em operação na Ecorregião.

Esses projetos, seus estágios de implantação, seus proprietários, investimento associado e data de início da produção são apresentados a seguir:

- Em Onça Puma, no município de Ourilândia do Norte (PA), a leste da Ecorregião, foi paralisado em 2009, um grande empreendimento de ferro-níquel detido pela Vale, com custo de R\$ 2,8 bilhões, mas ainda em 2010 será reiniciado, com a sua conclusão prevista para 18 meses (VALE, 2010).
- Em São Félix do Xingu (PA), dentro da Ecorregião, a noroeste, um segundo grande empreendimento, também de ferro-níquel, o Projeto Jacaré, detido pelo grupo sul-africano Anglo American, está na fase de projeto, tendo em fevereiro de 2010 sido oficialmente apresentado ao governo do Estado do Pará, com prazo para conclusão em 2012, ao custo de R\$ 9,4 bilhões. Da produção, 35 mil t serão provenientes da planta de pirometalurgia e de 47 mil t de níquel eletrolítico, mais 5 mil e 400 toneladas de cobalto provenientes da planta de hidrometalurgia.
- Em Tucumã (PA), dentro da Ecorregião, a noroeste, o projeto de cobre da Mineração Caraíba, denominado Boa Esperança, localizado na Colônia P-7 em Tucumã-PA, a cerca de 40 km da sede do município, na região do povoado da P-7, com previsão de 100 mil toneladas de cobre, um investimento de mais de 500 milhões de reais, até ao início da atividade, em meados de 2012 (MINERAÇÃO CARAÍBA, 2010).
- Em Parauapebas, os projetos Alemão, Pólo, Gameleira e Furnas, localizados em Igarapé Bahia, estão em fase de pesquisa geológica e entrarão até 2014 em produção (VALE, 2010).

- Em Itaituba (PA), em operação a produção de ouro pela empresa australiana Serabi. Estão previstos novos projetos da Brasouro, de capital canadense, da Mineração Tapajós e da mineração Vila Porto Rico (IBRAM, 2010; BRASIL MINERAL (2010).

Já no entorno da Ecorregião, localiza-se a Província Mineral de Carajás, sendo Parauapebas o município dominante e mais ao norte o município de Marabá. Existe já em operação intensa atividade minero-metalúrgica, bem como estão anunciados novos projetos, que iremos muito brevemente referenciar:

- ✓ Em Parauapebas (PA), na serra de Carajás (Figura 3-5), a Vale como grande produtora de minério de ferro pretende a ampliação da mina e a duplicação da estrada de ferro Carajás-Itaqui (MA) (VALE, 2010).
- ✓ Em Canaã dos Carajás (PA), sudeste do Pará, a Vale produz, desde 2004, cobre, em Sossego e Sequeirinho, obtendo cobre eletrolítico (VALE, 2010).
- ✓ Em Canaã dos Carajás (PA), a Vale desenvolve o projeto Alvo 118, de minério oxidado de cobre, com lixiviação em pilhas e a extração por solventes e recuperação do cobre por eletrólise, objetivando a produção de 36 mil t/ano de catodo de cobre, com operação prevista para 2011 (VALE, 2010).
- ✓ Em Curionópolis (PA), o projeto Cristalino pela Vale poderá produzir 379 milhões de toneladas de minério de cobre durante os 24 anos de vida útil da mina, o que corresponde à produção de 16 milhões de toneladas por ano. No processo, o ouro será um subproduto. A implantação será iniciada em 2011 e o início das operações está previsto para 2013 (VALE, 2010).
- ✓ Em Marabá (PA), na Serra de Buritirama, a verticalização da extração de minério bruto (a extração já é realizada pela Mineradora Buritirama, do grupo privado nacional Bonsucex de Silvio Tini de Araújo), para uma metalurgia de ligas de ferro-manganês, com R\$ 300 milhões de investimento (MINERAÇÃO BURITIRAMA, 2010).
- ✓ Em Marabá (PA) pela Vale, a produção de aço bruto (investimento de R\$ 5 bilhões) e de laminados de aço (investimento de R\$ 1,7 bilhão), em associação com a Aço Cearense, utilizando-se o minério de ferro de Carajás (VALE, 2010).
- ✓ Em Marabá (PA), o pólo produtor de ferro-gusa, com 10 empresas produtoras (BRASIL MINERAL, 2010).
- ✓ Em Nova Xavantina (MT), em operação desde o início de 2010, a extração de ouro do Araés, no extremo sudeste da Ecorregião, pela Mineração Caraíba

S/A, em que foram investidos US\$ 40 milhões para uma produção de duas toneladas de ouro, com teor médio de 4,5 g/t, e 2,5 t de prata por ano, durante uma década, que é o tempo de vida útil da mina (IBRAM, 2010; BRASIL MINERAL, 2010).

3.5.3.2 Garimpos

O garimpo é uma atividade legal, tanto quanto a produção mineral executada por empresas, quando executada conforme procedimentos definidos pela Constituição e pelo Código de Mineração. Entretanto, faz parte da história da colonização brasileira e amazônica o garimpo atuar na maioria das vezes na ilegalidade, e hoje em dia isso é uma realidade nesta região, trazendo graves problemas que emergem dos impactos ambientais e sociais. Entre os garimpos ilegais, avultam os garimpos em Terras Indígenas (TI's) e para os quais não existe título de lavra garimpeira concessionada junto do DNPM. Além dos impactos ambientais negativos da atividade, os garimpos comprometem a integridade física do povo local e do seu meio físico.

A atividade garimpeira é muito forte na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, ocupando uma área de aproximadamente 160.000 km² (72.000 km² no Pará e 85 mil km² no Mato Grosso), predominantemente ilegal, e distribuída da seguinte maneira:

✓ Tapajós (PA), 60 mil km², nos municípios de Itaituba, Jacareacanga, Novo Progresso e Trairão, todos pertencentes à Ecorregião.

✓ Cumaru-Redenção-Tucumã (PA), 25 mil km², Municípios de Ourilândia do Norte, Redenção, São Félix do Xingu, Cumaru do Norte, Tucumã e Banach localizados dentro da Ecorregião e ainda, Xinguará, Pau d'Arco, Rio Maria e Floresta do Araguaia, localizados no entorno.

✓ Alta Floresta ou também conhecida como Província Aurífera Juruena-Teles Pires (PAJTP), localiza-se no Estado de Mato Grosso, cerca de 72.000 km², a região de Peixoto de Azevedo - Novo Mundo tem-se constituído no principal distrito produtor de ouro, seguido de Alta Floresta e Garantã, todos esses municípios se situam dentro da Ecorregião.

Destas regiões produtoras, as mais importantes são a do Tapajós e a de Alta Floresta, iniciadas na década de 70, com a descoberta de ouro aluvionar, em rios como Telles Pires e Peixoto de Azevedo.

3.5.3.3 Requerimentos minerários

Fazendo-se agora uma grande síntese dos interesses econômicos minerais pela Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, segundo informações oficiais georreferenciadas obtidas junto ao DNPM, existem 23.766 processos depositados, incluídos na área da Ecorregião, predominantemente sendo constituídos por dois tipos de interesses minerários: pedidos de pesquisa (em exame para sua aprovação ou reprovação pelo DNPM ou suspensos porque requeridos para áreas delimitadas como indígenas ou de conservação) e alvarás de pesquisa, estes últimos já concedidos. O ouro é a substância mais requerida, com 13.686 processos. Há um residual de decretos de lavra para mineração e permissão garimpeira (Silva *et al.*, 2009).

Há enormes interesses minerais solicitados ao DNPM para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós que interceptam as TI's e as UC's (Figura 3-5). Os interesses requeridos para ouro são a grande maioria, mas existem outros com relevância.

3.5.3.4 Royalties pela exploração mineral

Dos 111 municípios relacionados (74 incluídos na Ecorregião e 37 que se situam no seu entorno), em 36 registra-se oficialmente alguma produção mineral, através do pagamento de *royalties* da mineração (o CFEM⁶), mas apenas um (Município de Parauapebas, PA), situado no entorno da Ecorregião, apresenta volume significativo de produção mineral, arrecadando valores vultosos em se tratando de município minerador. De fato, Parauapebas é o município que arrecadou a maior CFEM em todo o território nacional, o correspondente a R\$ 1.245 por habitante/ano, tomando-se por base a população de 133.298 habitantes em 2007. Além de altos montantes de Imposto sobre Serviços (ISS) e Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), adicionados ao seu orçamento. Ainda existe apenas mais um município na borda cuja arrecadação do CFEM, na produção de cobre no Sossego pela Vale, é de R\$ 25 milhões em 2009.

O valor arrecadado de CFEM (Tabela 3-5) nos 34 municípios da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós que possuem atividade de mineração é muito pouco expressivo e nada acrescenta à receita municipal. O município de Itaituba, em primeiro lugar na lista da arrecadação na Ecorregião e no entorno, e o de Marabá, segundo município no *ranking* de arrecadação, quase nada recebem de *royalties*. Registra-se na Ecorregião

⁶ Um instrumento dos municípios mineradores que poderia ter relevância para remunerar a população local pela perda do seu patrimônio em recurso natural decorrente da extração da riqueza mineral no seu subsolo e pelos problemas socioeconômicos gerados pela atividade mineral é a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM). Trata-se de um *royalty*, pago ao município (e também em menor parte ao Estado e à União) pelo proprietário da lavra, pela utilização econômica do recurso mineral, bem não-renovável.

produção de substâncias minerais para uso direto na construção civil (areia, calcário, brita, cascalho e granito) com nenhum metal relevante, exceto pequenas quantias de royalties para ouro (em Peixoto de Azevedo e Itaituba) e diamantes industriais (em Juína e Nortelândia), todos, como já afirmamos, são valores sem expressão no panorama das receitas dos seus municípios.

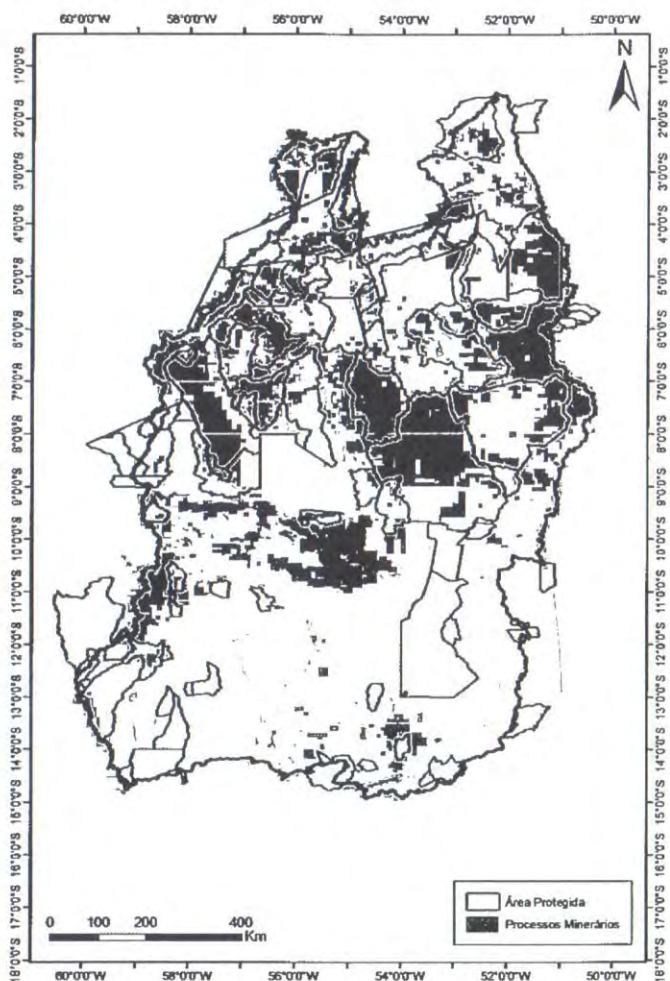


Figura 3-5. Interesses minerários na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: Elaboração a partir de dados do Cadastro Mineiro do DNPM (2010a).

Tabela 3-5. Arrecadação do CFEM em 2009. Fonte: DNPM (2010b).

UF	Municípios	Substância principal	Valor Produção (R\$)	CFEM Arrecadado (R\$)
	Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós	Ouro; diversos minerais para uso local na construção; diamantes	48.400.000	700.000
PA	Itaituba	Ouro	37.700.000	500.000
PA/MT	Outros (15 mun.)	Diversos minerais p/ uso local	10.700.000	200.000
	Entorno da Ecorregião	Ferro, manganês, cobre e diversos	9.286.000.000	197.244.000
PA	Parauapebas	Ferro e manganês	8.944.000.000	166.000.000
PA	Canaã dos Carajás	Cobre	1.252.388.264	25.244.000
PA	Marabá	Manganês	151.000.000	3.500.000
PA/MT	Outros (17 mun.)	Diversos minerais p/ uso local	291.000.000	2.500.000

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós não existe até o momento nenhuma ocorrência de petróleo e de gás natural, sendo as regiões de exploração atual e de interesse futuro localizados na Amazônia Ocidental e no Sul.

3.5.4 Hidrelétricas

Na Ecorregião Equática Xingu-Tapajós identificam-se três conjuntos de empreendimentos hidrelétricos (Figura 3-6):

- ✓ A usina hidrelétrica de Belo Monte.
- ✓ O complexo composto por cinco usinas, no rio Tapajós, município de Itaituba.⁷
- ✓ O grande número de PH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

A construção de grandes usinas hidrelétricas causa impactos que começam no seu planejamento, passam pela construção e vão até o período de operação. Existem impactos ao meio ambiente e à população local, impactos concretos como alagamento de florestas, casas e cidades, mas também existem os impactos imateriais como a perda dos laços comunitários, separação de membros da mesma família e destruição de territórios indígenas. O tempo que leva um projeto e seus impactos é um aspecto que nunca é levado em conta, pois a população é atingida antes do projeto começar a ser realizado, pois quando uma hidrelétrica é anunciada os investimentos públicos e privados

⁷ Existe também em operação no Estado do Pará a Usina Brigadeiro Velloso III com potência de 640 kW. Esta usina foi a primeira a ser instalada na Amazônia, localizada no município de Novo Progresso, atualmente mantida pelo CPBV (Campo de Provas Brigadeiro Velloso), como patrimônio da Força Aérea Brasileira (CPBV, 2010).

são interrompidos antes da população ser transferida, afetando diretamente os pequenos produtores locais, moradores e trabalhadores em geral (Vainer, 2007; Vainer & Vieira, 2006; Sevá, 2005; ISA, 2010).

3.5.4.1 A usina hidrelétrica de Belo Monte (PA)

No dia 01 de fevereiro de 2010 foi liberada a licença ambiental para a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte. O empreendimento está sendo estimado pelo governo em R\$ 16 bilhões e pelos construtores em R\$ 30 bilhões. Este é o maior empreendimento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que tem previsto R\$ 1,5 bilhão para ações mitigadoras, contrapartidas e medidas socioambientais. De acordo com a Eletronorte na área de influência da Usina de Belo Monte encontram-se dez TI's.

A usina hidrelétrica de Belo Monte está em segundo lugar no *ranking* das 10 maiores hidrelétricas do país, com uma produção prevista de 11.233 MW, perdendo apenas para Itaipu e seguida por São Luiz do Tapajós, com capacidade de produção prevista de 8.300 MW; por último no *ranking* temos a UHE Jatobá, com capacidade de produção prevista de 2.600 MW. Quando em operação, será superada apenas pelas usinas de Três Gargantas, na China, e por Itaipu, na fronteira do Brasil e Paraguai. Mas apesar de ser anunciada como a terceira maior hidrelétrica do mundo, em virtude da estimativa de produção de 11.233 MW, essa capacidade de geração só ocorrerá no auge da cheia, entre os meses de setembro a dezembro. No restante do ano, a usina deve gerar pouco mais de 4.000 MW (ELETROBRAS, 1998).⁸

3.5.4.2 O complexo de cinco usinas no rio Tapajós, Itaituba (PA).

O segundo maior empreendimento dentro da Ecorregião e na interseção ou na divisa de diferentes TI's e UC's é o complexo composto por cinco usinas no rio Tapajós, no município de Itaituba. Em 2010 serão licitadas cinco usinas: São Luiz de Tapajós com capacidade de 8.300 MW; Jatobá com capacidade de 2.600 MW, ambas no rio Tapajós, além de outras três no rio Jamanxim, um dos afluentes do Tapajós, que são: Cachoeira dos Patos, com capacidade de 528 MW; Jamanxim, com capacidade de 881 MW e Cachoeira do Caí, com capacidade de 802 MW, gerando um total de mais de 10.000 MW (PORTAL EXAME, 2010). A hidrelétrica São Luiz do Tapajós originalmente foi planejada para ter 9.000 MW de capacidade instalada, esse modelo gerava impactos na rodovia

⁸ Existem outras quatro barragens, que na década de 80 estavam em pauta para serem construídas, junto a Belo Monte: UHE Ipixuna com capacidade de 1,900 MW, UHE Kakraimoro com capacidade de 1,490 MW, UHE Iriri com capacidade de 770 MW e UHE Jarina com 620 MW de capacidade. Não se consegue obter informação sobre a situação das mesmas.

Transamazônica e nos parques nacionais ao redor. Por isso, a Eletrobrás dividiu o projeto em duas usinas: São Luiz do Tapajós, com 8.300 MW de potência e Jatobá, 2.600 MW. Nessa nova configuração, São Luiz do Tapajós terá um reservatório de 722,2 km² e uma queda d'água de 35,9 m.

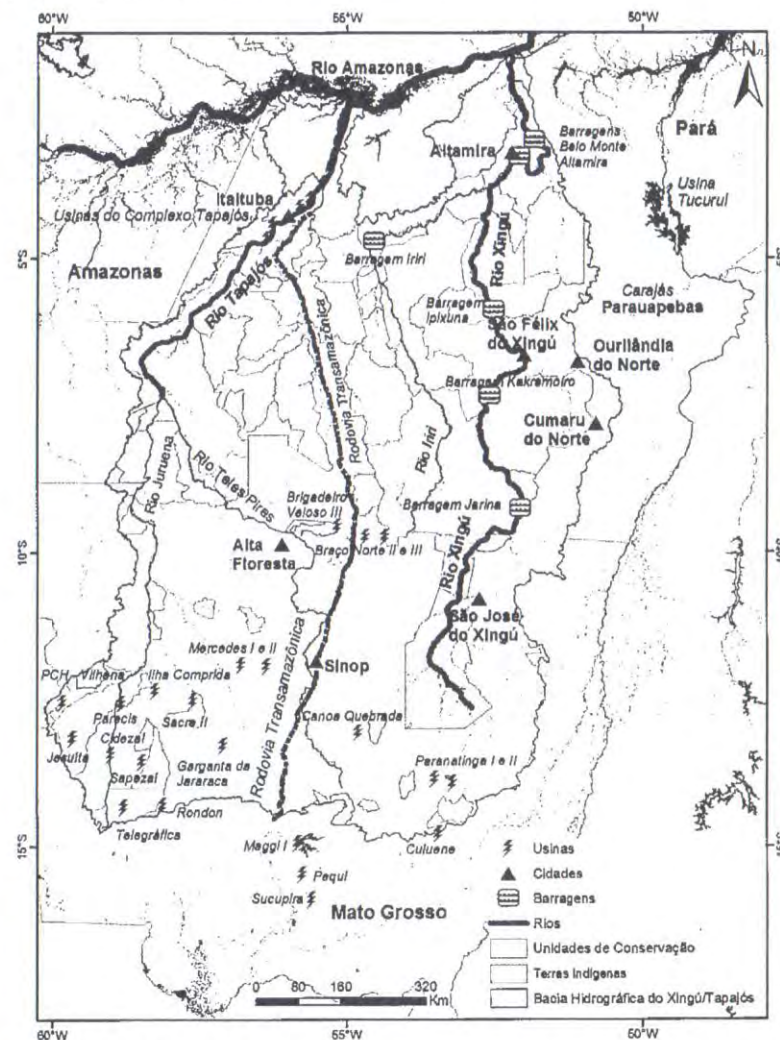


Figura 3-6. Usinas hidrelétricas, barragens, estradas e cidades na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fontes: IBGE (2010a) e ANEEL (2009).

O governo anunciou que o complexo de usinas no rio Tapajós irá utilizar o conceito de usina-plataforma, o mesmo utilizado para exploração de petróleo em alto mar pela PETROBRAS. Essa decisão tem como objetivo principal diminuir os impactos ambientais. As chamadas usinas plataformas têm como propósito a construção e operação de uma hidrelétrica com o mínimo impacto socioambiental e se inspira nas plataformas de exploração de petróleo em alto mar. A preparação da obra será iniciada com a intervenção na natureza praticamente reduzida à área da usina e com pequenos canteiros de obra. Durante a construção, a permanência dos trabalhadores no local é de curto prazo, o que ajuda a reduzir os impactos ambientais, e evita a atração de contingentes populacionais e a construção de cidades no entorno do empreendimento. De acordo com a proposta, os técnicos vão trabalhar e dormir na usina, fazendo um regime de escala, trocando turnos semanais ou quinzenais e depois retornando à cidade onde moram. A usina plataforma prevê a instalação da hidrelétrica sem a infra-estrutura tradicional, como estradas e canteiros de obras com alojamentos, que aumentam a população do entorno. O transporte do material para a construção será feito através do rio por balsas e o transporte dos trabalhadores será feito de helicóptero, a construção de estradas e rodovias está descartada, diminuindo ainda mais os impactos ambientais. O projeto da Eletrobrás tem como meta a criação de reservas ambientais no entorno da usina.

3.5.4.3 O grande número de PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas)

Existem ainda pequenas centrais na Ecorregião, embora com uma grande falta de informação sobre o número preciso dessas pequenas centrais que serão construídas⁹. Atualmente, só na bacia hidrográfica do Juruena, há pelo menos referenciados 83 aproveitamentos hidrelétricos, 30 com capacidade de 937 MW foram suspensos pela ANEEL e 53 PCHs em fase de estudo.

Atualmente em construção, o complexo hidrelétrico do rio Juruena é uma seqüência de cinco PCH's (Telegráfica, Rondon, Cidezal, Parecis e Sapezal, entre a cabeceira do Rio Juruena e sua confluência com o Rio Juína, numa extensão de 287,5 km, entre os municípios de Campos de Julio e Sapezal, produzirá aproximadamente 91 MW, sendo a mais próxima a menos de 20 km de terra indígenas. O complexo é controlado pelo consórcio Juruena Participações e Investimentos S/A (uma associação dos grupos Maggi, MCA Energia, Barragem Ltda e Linear Participações e Inc. Ltda), que em 2007 obteve R\$ 360 milhões do Banco Nacional de Desenvolvimento

⁹ Conforme a resolução nº 394 de 1998 da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda a usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km².

Econômico e Social (BNDES) para executar as obras. Os investimentos incluem também a construção das linhas de transmissão que conectarão as PCHs ao Sistema Interligado Nacional. A interferência com terras indígenas faz-se presente, por exemplo, na PCH Telegráfica, de acordo com dados levantados pelo Instituto Centro de Vida (ICV), existem 28 Terras Indígenas e 12 Unidades de Conservação.

A Empresa Encomind está construindo todas as cinco PCH's do Complexo de Juruena e também mais duas PCHs no município de Novo Progresso no Pará no Rio Curuá são elas: PCH Curuá com capacidade de 30 MW e PCH Buriti com capacidade de 10 MW (ENCOMIND, 2008).

3.5.5 Sistema viário

A partir da década de 1960, o sistema viário da Amazônia e também o da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós têm passado por grandes transformações, e hoje existe já uma estrutura estabelecida, embora em situação de má conservação, o que dificulta o tráfego na região. Em 1975, a Amazônia tinha 29,4 mil quilômetros de estradas, dos quais apenas 5,2 mil quilômetros asfaltados. Em 2004, a extensão passa para 268,9 mil quilômetros, multiplicando-se mais de 10 vezes (Carneiro Filho & Souza, 2009).

O sistema viário esteve no passado atrelado a sucessivas tentativas de integrar o espaço econômico brasileiro da Amazônia, como uma mera extensão do restante do território brasileiro, comprovado pelos sucessivos fracassos principalmente, com relação à implantação dos grandes projetos incentivados pela SUDAM. Esses projetos geraram no sistema viário na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, um padrão dendrítico de ocupação que remonta à ocupação promovida pelo governo federal entre o início da década 60 e final da década de 80, representada espacialmente por estruturas semelhantes a uma espinha de peixe, onde a parte central corresponde à rodovia principal federal, e as ligações são geralmente realizadas por estradas estaduais vicinais.

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, as duas principais rodovias federais que representam este papel de espinha dorsal são a BR-163 (Cuiabá – Santarém) e a BR-230 (Transamazônica), somadas a outras duas rodovias, BR-153 (Belém-Brasília) e BR-364 (Cuiabá-Porto Velho), esse conjunto configura o Arco do Desmatamento, a grande faixa margeando a área central da região Norte, onde se localizam o desmatamento, a pecuária e a fronteira agrícola.

3.5.5.1 BR-163 (Cuiabá – Santarém)

Atualmente, um dos projetos governamentais com investimentos de quase R\$ 1 bilhão, é o da pavimentação da BR-163, a fim de se criar um corredor de exportação

através do Rio Amazonas, para escoamento da soja e de outros produtos ligados à expansão da fronteira agropecuária, como a madeira, o arroz e o gado.

A BR-163 (Cuiabá – Santarém), inaugurada em 1973, é uma das rodovias federais brasileiras que cruzam o país no sentido norte-sul¹⁰. São 1.780 km de estrada, dos quais cerca de 900 km não pavimentados¹¹, atravessando uma das regiões mais ricas em recursos naturais do país. Com grande diversidade étnica e cultural, grandes áreas de floresta, terras indígenas e unidades de conservação se localizam nos dois lados da estrada, principalmente a oeste do Estado do Pará – exatamente o trecho ainda não pavimentado. A área de influência da rodovia é de 1,2 milhões de km² (14,4 % do território brasileiro e 20 % da Amazônia Brasileira), com 71 municípios cuja economia se baseia em atividades de agricultura, pecuária e extrativismo, principalmente de madeira. A noroeste do Estado de Mato Grosso e a sul da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, está localizado um dos pólos agropecuários para a produção de soja, gado e madeira. A noroeste da Ecorregião, na Província de Carajás, existem grandes jazidas minerais de ferro, ouro, níquel, bauxita e cobre e recentemente a nordeste da Ecorregião, também, de bauxita.

Desde os anos 90, a manutenção periódica da rodovia foi praticamente paralisada, levando à degradação da mesma. Durante a época de chuvas na região a estrada torna-se praticamente intransitável. Foi aprovado em 2006 um plano, denominado BR-163 Sustentável, para se viabilizar o projeto de pavimentação da BR-163, cujo objetivo é de natureza econômica: um corredor de exportação através do Rio Amazonas para escoar a soja e outros produtos ligados à expansão da fronteira agropecuária, como madeira, arroz e gado. Entretanto esse plano contém medidas estruturantes e de caráter emergencial para tentar prevenir que a pavimentação da Cuiabá-Santarém repita os péssimos exemplos dos fortes impactos ambientais e sociais causados pelo asfaltamento de outras estradas na Amazônia, como a Belém-Brasília, a PA-150 e a BR-364 (ligando Porto Velho ao sudeste do país). A estratégia do plano contemplou quatro grandes eixos temáticos de ação: ordenamento territorial e gestão ambiental; fomento às atividades produtivas; infraestrutura para o desenvolvimento; inclusão social e cidadania. Argumenta-se que isso só será possível se a presença do poder público for permanente e eficaz, se a iniciativa privada e as populações da região cumprirem o projeto, se as medidas anunciadas forem realmente implementadas e se as

¹⁰ A quilometragem é medida nesse sentido, sendo a BR-163 e BR-174 as únicas exceções, que têm o sentido de quilometragem do sul para o norte.

¹¹ Atualmente, estão pavimentados, embora em péssimo estado de conservação, o trecho mato-grossense entre Cuiabá e Guarantã do Norte (714 km) e, no Pará, o trecho entre Trairão e a confluência com a Transamazônica (70 km) e parte do trecho entre Santarém e Rurópolis (98 km).

transgressões – sejam elas econômicas, sociais ou ambientais – sejam punidas pela justiça. Tais condições não parecem estar em vigor no Brasil de hoje. Asfaltar a estrada sem que essas condições estejam asseguradas, representa no mínimo uma temeridade, que custará caro.

Entretanto, em 2010, entre os municípios de Rurópolis e Santarém, as obras de pavimentação já estão em andamento, com 20 km concluídos. Além disso, a pavimentação do trecho Guarantã do Norte-Rurópolis-Santarém ainda não executada, vai permitir a finalização da pavimentação da rodovia.

3.5.5.2 BR-230 (Rodovia Transamazônica)

A BR-230, rodovia federal brasileira que cruza o país no sentido leste-oeste, projetada durante o governo Médici (1969 a 1974), é considerada por alguns como sendo uma das chamadas obras faraônicas, realizadas pelo governo militar; é a terceira maior rodovia do Brasil, cortando os estados brasileiros da Paraíba, Ceará, Piauí, Maranhão, Tocantins, Pará e Amazonas. Planejada para integrar melhor o norte brasileiro com o resto do país, foi inaugurada em 30 de agosto de 1972. Inicialmente projetada para ser uma rodovia pavimentada, tal não aconteceu e, ao longo de sua existência, a rodovia, que deveria conectar as regiões Norte e Nordeste do Brasil com o Peru e o Equador, não sofreu maiores modificações desde sua inauguração.

Atraídos pelo projeto de colonização agrícola, milhares de famílias de todo o país migraram, principalmente do Nordeste, mas muitos abandonaram a área quatro ou cinco anos depois. O fracasso da transamazônica induziu o governo a substituir a colonização baseada na pequena propriedade pelos megaprojetos. O Polamazônia (Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia), em 1974, conjugava a construção de uma infraestrutura com a concessão de subsídios para as empresas privadas e grandes incentivos fiscais, que aceleraram o desmatamento da floresta. Os estados mais atingidos são Pará, Mato Grosso e Rondônia.

3.5.6 Aspectos sócio-econômicos

Analisaremos a seguir alguns indicadores sociais que possibilitam identificar os níveis de desenvolvimento social da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Essa análise será feita com base em indicadores de desenvolvimento humano e em alguns índices socioeconômicos, todos em nível municipal, também para quantificar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)¹².

¹² Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), das Nações Unidas, propõem metas diretas que devem ser alcançadas até o ano de 2015. São metas mensuráveis, medidas quantitativas, com parâmetros

3.5.6.1 IFDM - Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

O IDH foi criado pelo PNUD em 1990 para permitir a avaliação da qualidade de vida dos países, variando de 0 (nenhum desenvolvimento) a 1 (desenvolvimento humano total), sendo posteriormente adaptado no Brasil para a escala municipal. O IDHM - Renda é obtido a partir da renda per capita corrigida pelo poder de compra da moeda de cada país; o IDHM - Longevidade reflete as condições de saúde da população a partir da esperança de vida ao nascer, e o IDHM - Educação, é calculado a partir da taxa de alfabetização e da taxa bruta de frequência na escola (PORTAL ODM, 2009). Existem apenas estatísticas disponíveis para os anos de 1990 e 2000 e somente em 2012 será possível ter novos números derivados do censo, ainda em curso pelo IBGE.

Entretanto, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), adotando a filosofia e a metodologia do PNUD, selecionou criteriosamente um outro conjunto de estatísticas, não obtidas, como no caso do PNUD, de resultados censitários do IBGE, disponíveis apenas a cada 10 anos, mas de estatísticas oficiais disponíveis anualmente, criando o IFDM - Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, com as mesmas vertentes: Total, Emprego&Renda, Educação e Saúde. O IFDM considera, com igual ponderação, as três áreas de desenvolvimento humano.

A leitura dos resultados – por áreas de desenvolvimento humano ou do índice final – é bastante simples, variando entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o nível de desenvolvimento da localidade. Neste sentido, estipularam-se as seguintes classificações: municípios com IFDM entre 0 e 0,4 são considerados de baixo estágio de desenvolvimento; entre 0,4 e 0,6, de desenvolvimento regular; entre 0,6 e 0,8, de desenvolvimento moderado; e entre 0,8 e 1,0, de alto desenvolvimento. O último ano com dados disponíveis é 2006¹³.

Classificando-se os municípios da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e do seu entorno por ordem decrescente do IFDM (Tabela 3-6) verifica-se que:

✓ No *ranking* dos municípios da Ecorregião, apenas três deles apresentam um bom índice, acima de 0,7¹⁴: Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum, todos

que podem ser identificados como, por exemplo, a redução pela metade a proporção da população que sofre de fome, redução da mortalidade infantil e da taxa de analfabetismo.

¹³ O IFDM da Firjan, na área de educação, levou em consideração as taxas de matrícula na área de educação infantil, de abono e de distorção idade-série, além do percentual de docentes com ensino superior, média de horas/aulas diárias e resultado do IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. Na saúde, avaliou-se o número de consultas pré-natal, óbitos por causas mal definidas e óbitos infantis por causas evitáveis, segundo dados do Ministério da Saúde. Já no IFDM no setor de emprego e renda, foram analisadas variáveis como geração de emprego formal, estoque de emprego formal e salários médios do emprego formal (FIRJAN, 2010).

¹⁴ Ficando na primeira faixa, o do primeiro terço, dos melhores índices, tanto nacional como estadual.

no Mato Grosso, e contíguos, localizados na porção central no sul da Ecorregião e no norte de Mato Grosso. No entorno, apenas os municípios de Vilhena (RO), Parauapebas (PA) e Tangará da Serra (MT), têm IFDM dentro desta faixa.

✓ A seguir, na segunda faixa de desenvolvimento humano, classificação de moderado desenvolvimento humano, estão 45 % do número total dos municípios da Ecorregião.

✓ Na terceira faixa, desenvolvimento humano apenas regular, estão 45 % do total dos municípios.

✓ Na faixa menor que 0,4, estão 5 % dos municípios, que têm um índice muito baixo de desenvolvimento humano.

✓ Os municípios de Mato Grosso têm um índice bem melhor que os do Pará. O primeiro município do Pará, com o melhor índice, no *ranking* de todos os municípios da Ecorregião, só aparece depois de 22 outros municípios de Mato Grosso que o precedem. No final da lista de IFDM, com os valores mais baixos da Ecorregião, os municípios que nele figuram são também esmagadoramente do Pará.

✓ Para a grande maioria dos municípios, tanto de MT como do PA, o IFDM Saúde é bem maior que os outros e puxa para cima o índice geral IFDM. O IFDM Educação segue de perto valores equivalentes ao índice geral IFDM. Já o índice IFDM Emprego & Renda, por ser baixo, pondera o índice total na mesma direção, apresentando números muito baixos.

Tabela 3-6. Índice de desenvolvimento humano da FIRJAN (2010).

Faixas de IFDM	Classificação	% de municípios
maior que 0,7	bom	5
de 0,6 a 0,69	moderado	45
de 0,4 a 0,59	regular	45
menor que 0,4	baixo	5
Total		100

Os valores dos índices na Ecorregião estão bem abaixo do índice médio dos municípios de Minas Gerais e de São Paulo, que é de 0,8; da média do Brasil, de 0,747, da média do Mato Grosso, igual a 0,697. O valor médio do Estado do Pará é baixo, igual a 0,58.

3.5.6.2 Indicadores socioeconômicos

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) são, entre outros, identificar e quantificar as metas para eliminação da pobreza, reduzir mortalidade infantil e reduzir a taxa de analfabetismo. A análise desses indicadores socioeconômicos através de mapas temáticos tem o objetivo de prover a visualização de toda a Ecorregião e principalmente a área perto da província de Carajás. Pretende-se ainda observar se existe alguma relação entre os municípios da província de Carajás e os limítrofes dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós com taxas mais reduzidas de mortalidade infantil, de analfabetismo, além de menor intensidade de pobreza.

3.5.6.2.1 Mortalidade infantil

O conceito de mortalidade infantil define-se pelo número de óbitos de menores de até um ano de idade dentre mil nascidos vivos, ou seja, se interpreta como o risco de morte aquele que um recém-nascido tem no decorrer de seu primeiro ano de vida. As áreas com altas taxas de mortalidade infantil refletem baixo desenvolvimento socioeconômico; a mortalidade infantil acima de 50 por mil crianças é alta e só é considerada baixa quando for menor que 20 por mil (IBGE, 2010a).

Na maior parte da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós há elevadíssima mortalidade infantil (no mapa indicada nas cores laranja e marrom), com registros, para treze municípios (abaixo identificados), de 41 a 79 mortes durante o primeiro ano de vida a cada mil nascidos vivos (Figura 3-7):

✓ A sudoeste do Pará e do Mato Grosso, em Cumaru do Norte, Água Boa e Alto Boa Vista. Cumaru do Norte localizado dentro da Ecorregião e pertencente à Província de Carajás, com a sua área grande parte fronteira à região do Xingu-Tapajós (linha de contorno colorida azul). A noroeste da Ecorregião, no Pará, dois municípios com grande extensão territorial, Jacareacanga e Novo Progresso. Mais para sudoeste tem-se Cotriguaçu, Nova Maringá, Campos de Júlio, Novo Horizonte do Norte e Porto dos Gaúchos. Finalmente para sul tem-se Diamantino e Nortelândia. Importante ressaltar que Diamantino e Campos de Julio são dois municípios dos 20 maiores produtores de soja do país, como já visto.

✓ Entretanto contíguo, no entorno, na Província de Carajás, os municípios de Parauapebas e Marabá, apresentam baixas taxas de mortalidade infantil.

Os municípios que estão em branco na Figura 3-7 são aqueles que não apresentam dados, pois foram emancipados após o ano 2000, quando se realizou o último levantamento da mortalidade infantil.

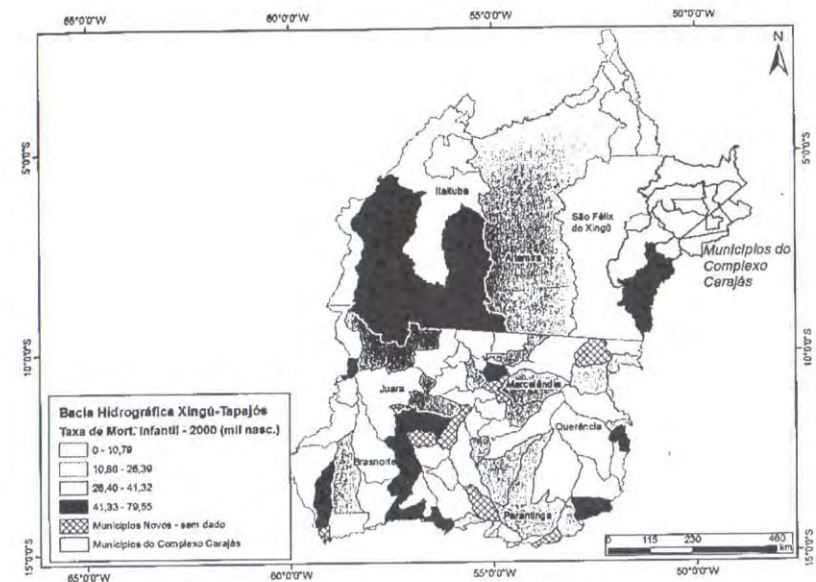


Figura 3-7. Taxa de mortalidade infantil na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: PORTAL ODM (2009).

3.5.6.2.2 Intensidade da pobreza

De acordo com o Portal dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (PORTAL ODM, 2009), a intensidade da pobreza é o aumento percentual necessário para transportar a pobreza, considerando o rendimento médio das pessoas que estão em condições de vida abaixo da linha de pobreza, ou seja, aquelas vivendo com até meio salário mínimo (em 2010, o valor do salário mínimo é R\$ 510,00). O cálculo é feito com base no orçamento da família e todos os seus componentes se enquadram na linha de pobreza. Quanto maior a intensidade da pobreza, maior será o esforço necessário para retirar a pessoa dessa condição.

Grande parte dos municípios está com a intensidade da pobreza situada na faixa de 44 % a 55 % (Figura 3-8), ou seja, o percentual que falta para que o orçamento familiar esteja acima do valor de meio salário mínimo, é ainda bastante significativo, ressaltando dessa forma que a região ainda necessita de esforços para amenizar a pobreza. Dois municípios da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, que ficam também na Província de Carajás, Ourilândia do Norte (município no qual a VALE está implementando

o Projeto Niquel de Onça Puma) e Bannach, estão na faixa de maior pobreza, acompanhados também pela maior parte dos municípios do sudoeste do Pará.

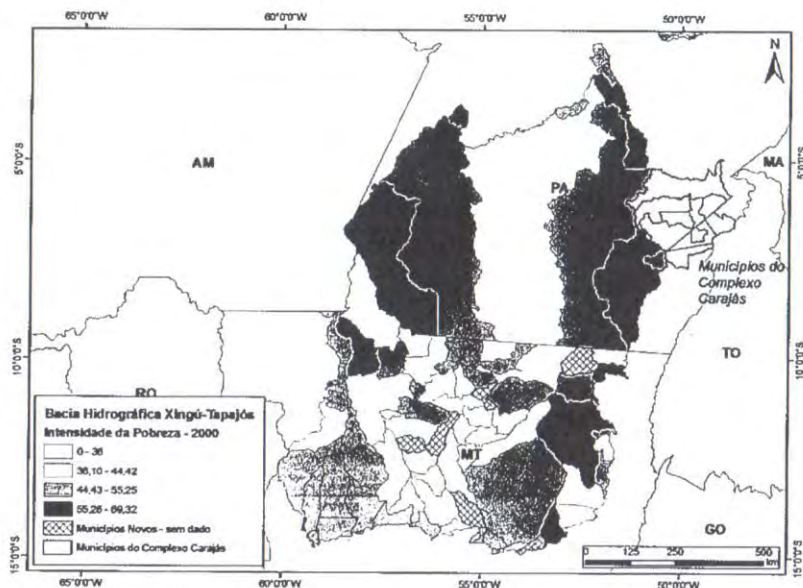


Figura 3-8. Intensidade da pobreza na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: PORTAL ODM (2009).

3.5.6.2.3 Taxa de alfabetização

A taxa de alfabetização utilizada neste estudo se refere à população com faixa etária de 15 a 24 anos, que saiba ler e escrever ao menos um bilhete simples. Esse indicador demonstra grande vulnerabilidade social, pois os jovens não alfabetizados encontram grande dificuldade de conseguir oportunidades de trabalho digno e de exercer plenamente a sua cidadania (PORTAL ODM, 2009).

A taxa de alfabetização na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós ainda não é satisfatória, pois todos os municípios da Ecorregião situados no Pará apresentam taxa de alfabetização inferior a 84 % (Figura 3-9). No entorno, os municípios de São Félix do Xingu, Ourilândia do Norte e Cumaru do Norte, vizinhos à Província de Carajás, apresentam taxa de alfabetização inferior a 76 %. Embora a situação dos municípios no Estado de Mato Grosso seja melhor, esse quadro é preocupante, levando em consideração que é uma meta prioritária do governo eliminar o analfabetismo do país.

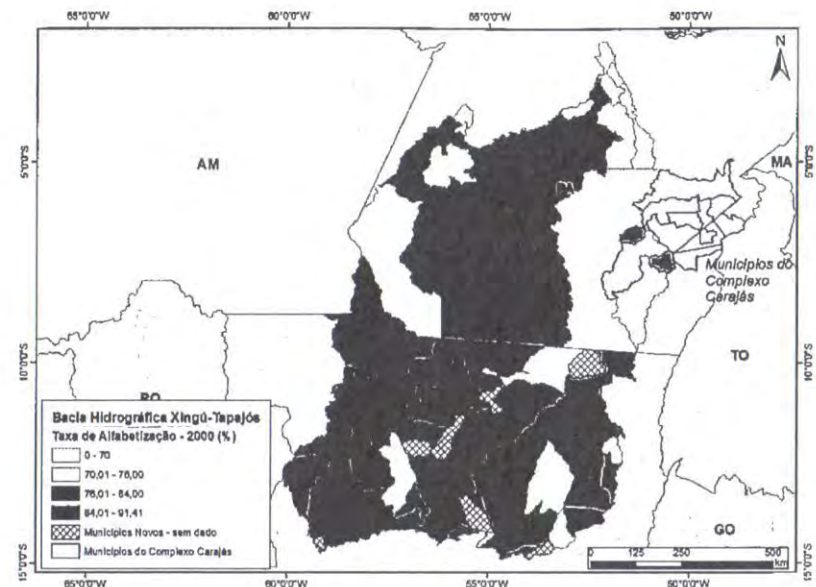


Figura 3-9. Taxa de alfabetização na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Fonte: PORTAL ODM (2009).

3.6 Conclusões

Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós vivem, segundo dados de 2007, 1,5 milhão de brasileiros, predominantemente nas sedes urbanas dos municípios. Uma parte da população é de um grande contingente de trabalhadores, que passou a compor uma categoria denominada de sem-terra, que reúne trabalhadores urbanos desempregados, ex-trabalhadores rurais e ex-garimpeiros, atraídos para a fronteira de novas atividades econômicas da região e também para os assentamentos rurais oficiais criados a partir de 1987. Existem ainda cerca de uma centena de terras indígenas e unidades de conservação que correspondem a cerca de 45 % da superfície total da Ecorregião.

Ao sul da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós situa-se o Arco do Desmatamento (ou Povoamento Adensado), com grande contingente populacional e débil produção de riqueza, predominam baixíssimas atividades de industrialização, ou seja, de agregação de valor aos produtos. A sua produção se concentra em produtos extraídos diretamente da natureza, extração vegetal (principalmente de madeira), garimpos, da pecuária e produtos da carne e todos esses municípios têm ainda pequena produção agrícola de

subsistência. Há ainda grandes propriedades produtoras de soja e grãos, mas que não geram grande número de empregos.

Entretanto, a leste da Ecorregião e na sua borda, encontram-se abundantes e ricas ocorrências de recursos minerais, hoje em dia explorados e pesquisados por grandes empresas internacionais do setor, estando os maiores empreendimentos sob o controle do grupo Vale, na Província de Carajás. Além disso, no lado oeste em Juruti, uma multinacional norte-americana, a Alcoa, explora o minério de alumínio. Esta atividade mineral tem também a mesma característica das demais atividades econômicas praticadas na Ecorregião, são capital-intensivas (e não trabalho-intensivas), apenas extraem o minério e nenhuma agregação de valor é dada no local ao produto, que é transportado para a costa oceânica e vendido nos grandes centros internacionais. Exceto num ou noutro caso muito pontual e sem relevância maior no seu cômputo, se localiza uma siderúrgica em Marabá e ferro-ligas de manganês. Já quanto ao garimpo, existem mais uma dúzia de municípios tradicionais garimpeiros.

Estas minas em produção, localizadas em apenas poucos municípios, no total de 111 municípios dos que compõem a Ecorregião e a borda, se juntarão no futuro novos empreendimentos, uma meia dúzia, que vão obter energia cativa (e portanto exclusiva) da barragem de Belo Monte.

Quanto aos indicadores de desenvolvimento humano e os sociais, verifica-se que no índice de desenvolvimento humano os valores encontrados não são de sucesso. No *ranking* dos municípios da Ecorregião, apenas três deles têm um bom índice, seguidos de valores na faixa de "moderado desenvolvimento humano" para a quase metade dos municípios e, finalmente, resultados na faixa de "regular desenvolvimento" para a quase metade do número total de municípios, existindo ainda 5 % dos municípios com um valor na faixa de muito baixo. Entretanto, entre os baixos resultados para o desenvolvimento humano estão a maioria dos municípios do Pará. Para a grande maioria dos municípios, tanto de MT como do PA, o IFDH Saúde é bem maior que os outros e puxa para cima o índice geral IFDH. Já o índice IFDH Emprego & Renda diminui o índice geral IFDH, apresentando números muito pequenos.

Observa-se ainda que a província de Carajás não exerce influência direta nos indicadores sociais analisados no trabalho, como pólo de desenvolvimento para os municípios limítrofes e dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

Hoje em dia "temas que associam a extração mineral à superação da pobreza, à melhoria do capital humano, à equidade na distribuição de renda, ao uso eficiente das rendas minerais e temas correlatos, fazem parte de uma ampla agenda de discussões que estão na ordem do dia em muitas partes do mundo" (Enríquez, 2007: 375). Os

maiores problemas em municípios mineradores estão relacionados à questão da ocupação, da distribuição de renda e da falta de um aparelho legal e consolidado disciplinador da indústria mineral. A atividade de mineração, além de causar impactos ambientais significativos, quase sempre traz custos maiores que os benefícios sociais para as comunidades locais (Lima *et al.*, 2009).

Pode-se observar que na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós existem intensos contrastes, devido à presença da floresta lado a lado com interesses econômicos que muitas vezes entram em choque entre si e com a preservação ambiental, porque disputam um espaço único, as madeiras, a pecuária e o plantio de grãos, como soja e milho, as atividades minerais (mineração por empresas e garimpos), as hidrelétricas com novos projetos, a rede viária com novas pavimentações e traçados.

3.7 Agradecimentos

Agradecemos a colaboração de Sílvia Gonçalves Egler e Dayse Lúcia Moraes Lima que fizeram uma revisão acuidada do texto e a Carolina Costa Caetano da Silva, Daniel da Silva Teixeira, Danielle Duarte Gomes e Ricardo Sierpe Vidal da Silva que colaboraram nos levantamentos básicos e nos mapas.

3.8 Literatura citada

- ALCOA. 2010. http://www.alcoa.com/brazil/pt/custom_page/environment_juruti.asp. Acesso em 04 fev. 2010.
- ANEEL. 2009. Bases cartográficas do sistema de informações georreferenciadas do setor elétrico – SIGEL. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <<http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm>>. Acesso em 05 jan. 2010.
- Becker, B.K. 2004. Amazônia: geopolítica na virada do terceiro milênio. Rio de Janeiro, Editora Garamond. 112p.
- Becker, B.K. 2005. Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados 19:1-53.
- BRASIL MINERAL. 2010. Busca de notícias no site. Disponível em <<http://www.brasilmineral.com.br/BM/>>. Acesso em 25 fev. 2010.
- Carlini & Carniato (coord.). 2008. Anuário estatístico de Mato Grosso - 2007. Volume 29. Cuiabá, SEPLAN - Secretaria de Planejamento do Governo de Estado de Mato Grosso. 90p.
- Carneiro Filho, A.C. & Souza, O.B. 2009. Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. São Paulo, Instituto Socioambiental. 47p.

- CPBV. 2010. Campo de Provas Brigadeiro Velloso. Disponível em <<http://www.cpbv.aer.mil.br/>>. Acesso em 30 jan. 2010.
- DNPM. 2010a. Cadastro Mineiro. Disponível em <<https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/Default.aspx>>. Acesso em 27 fev. 2010.
- DNPM. 2010b. CFEM - Arrecadação da CFEM por substância. Estatísticas. Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx>. Acesso em 27 fev. 2010.
- ELETROBRÁS. 1998. Plano Decenal de Expansão 1999/2008. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras. 345p.
- ENCOMIND. 2008. <http://www.encomind.com.br/TNX/conteudo.php?sid=94&cid=47>. Acesso em 10 fev. 2010.
- Enriquez, M.A.R.S. 2007. Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. São Paulo, Signus Editora. 396p.
- Fernandes, F.R.C.; Villas-Bôas, A.L.; Maldonado, J.V.; Soares, M.C.; Santos, M.F.; Marques, M.I.; Sá, P.C.; Malpas, S. 1982. Os maiores mineradores do Brasil. São Paulo, EMEP Editorial, Revista Minérios, CNPQ. v.3, 1.012 p.
- FIRJAN. 2010. Indicadores FIRJAN de desenvolvimento humano. FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9229431C90122A3B25FA534A2.htm>>. Acesso em 04 fev. 2010.
- FUNAI. 2010a. As terras indígenas. FUNAI - Fundação Nacional do Índio. Portal Eletrônico. Disponível em <<http://www.funai.gov.br/index.html>>. Acesso em 04 jan. 2010.
- FUNAI. 2010b. Mapa da situação fundiária indígena. FUNAI - Fundação Nacional do Índio. Disponível em <<http://www.funai.gov.br/ultimas/informativos/daf/cgdp/2008/arquivos/Brasil.pdf>>. Acesso em 04 jan. 2010.
- IBGE. 2010a. Bases cartográficas. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://geofp.ibge.gov.br>>. Acesso em 04 jan. 2010.
- IBGE. 2010b. Sistema de recuperação automática, SIDRA: Censos Demográficos de 1991 e 2000 e Contagem 2007. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/default.asp>>. Acesso em 28 fev. 2010.
- IBGE. 2010c. A questão socio-demográfica na Amazônia. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=799>. Acesso em 28 fev. 2010.
- IBRAM. 2010. Instituto Brasileiro de Mineração. <http://www.ibram.org.br>.
- ISA. 2010. <http://www.socioambiental.org/>. Acesso em 26 jan. 2010.
- Lima, M.H.M.R.; Fernandes, F.R.C.; Teixeira, N.S. As grandes minas e o desenvolvimento humano das comunidades de baixa renda do semi-árido brasileiro. Revista do Centro de Ciências Administrativas (UNIFOR) 15:13/01.
- Magnago, A.A. 1995. A divisão regional brasileira – uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Geografia 57(4):67-94.
- MINERAÇÃO BURITIRAMA. 2010. <http://www.mineracaoburitirama.com.br>. Acesso em 28 fev. 2010.
- MINERAÇÃO CARAÍBA. 2010. <http://www.minacaraiba.com.br/>. Acesso em 02 fev. 2010.
- PAS. 2004. Diagnóstico e estratégia. PAS - Programa Amazônia Sustentável. Brasília, Ministério da Integração Nacional e Ministério do Meio Ambiente. vol.1.
- PERFIS MUNICIPAIS. 2010. Páginas oficiais dos municípios citados. Acesso em 08 fev. 2010.
- PORTAL EXAME. 2010. <http://portalexame.abril.com.br/ae/negocio/m0168244.html>. Acesso em 08 fev. 2010.
- PORTAL ODM. 2009. Portal ODM - Acompanhamento municipal dos objetivos de desenvolvimento do milênio. Relatórios dinâmicos, indicadores municipais. Disponível em <<http://www.portalodm.com.br/relatorios/objetivo1.php>>. Acesso em 30 jan. 2009.
- Sevá, O. 2005. Tenotã-Mo - Alertas sobre as consequências dos projetos hidrelétricos no Rio Xingu. IRN - International Rivers Network. 341p.
- Silva, R.S.V.; Castro, S.M.; Castilhos, Z.C.; Egler, S.G. 2009. Panorama e desafios da atividade mineral na ecorregião aquática Xingu-Tapajós. In: XXIII ENTMME, Gramado, setembro/outubro. 10p.
- Vainer, C.; Vieira, F. 2006. Manual do Atingido – Impactos Sociais e Ambientais de Barragens. Rio de Janeiro, Publicação ETTERN.

- Vainer, C. 2007. Recursos hidráulicos: questões sociais e ambientais. Estudos Avançados-Dossiê Energia. São Paulo, USP.
- VALE. 2010. Projetos Vale. Disponível em <<http://www.vale.com/vale/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=344>>. Acessado em 04 fev. 2010.
- Villas-Bôas, A.L. 1995. Mineração e desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro, CNPq/CETEM. Rio de Janeiro. 2v. (Series estudos e documentos, 29)
- WIKIPEDIA. 2010. Perfis municipais. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal>. Acesso em 04 fev. 2010.

4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E TEORES DE MERCÚRIO EM SEDIMENTOS E EM PEIXES

Zuleica Castilhos, Ricardo Cesar, Juan Colonese, Sílvia Egler, Patrícia Araújo, Walter Felzmann, Gustavo Merten, Bruno Rocha, Sandro Touche

4.1 Introdução

Os solos e sistemas fluviais são considerados compartimentos-chave para a manutenção da biodiversidade aquática. Entretanto, a partir da década de 60, estes ecossistemas vêm sofrendo profundas alterações ambientais na região Amazônica, em decorrência, principalmente, da acelerada ocupação e crescimento urbano e rural, na área de estudo, ao longo das rodovias Transamazônica, Cuiabá-Santarém (BR 163), com o avanço da fronteira agrícola da soja principalmente no Estado de Mato Grosso, da expansão da pecuária, principalmente na região Sul do Estado do Pará, com intensa exploração madeireira e também com atividades garimpeiras, em especial, de mineração artesanal de ouro (Walker & Homma, 1996; Castilhos, 1999). Esta é freqüentemente associada à poluição mercurial em ecossistemas aquáticos amazônicos (Souza, 1999, Castilhos, 1999; Castilhos *et al.*, 2004b; Rodrigues-Filho *et al.*, 2005). O garimpo de ouro tem retornado com intensidade nos últimos anos, como consequência da forte elevação do preço do ouro, devido à crise econômica internacional.

Independentemente da fonte de poluição e da forma química do mercúrio liberado, o eficiente processo de metilação que acontece nos sistemas aquáticos transforma o mercúrio inorgânico em metilmercúrio, o qual tende a bioconcentrar na biota e biomagnificar na cadeia trófica aquática, atingindo os maiores teores em peixes de topo de cadeia (WHO, 1990). A ingestão de peixes contaminados é a mais importante via de exposição do ser humano ao metilmercúrio com reconhecidos efeitos neurotóxicos. Para a estimativa de risco à saúde humana, em geral, coletam-se espécimes de peixes comerciais de tamanho comestível pela população. Embora a avaliação da contaminação de peixes de pequeno porte seja pouco corrente, ela pode originar importantes dados sobre a saúde do ecossistema aquático. Neste sentido, peixes como os lambaris, mesmo os espécimes de pequeno comprimento e de baixa biomassa, podem apresentar elevados teores de Hg, conforme demonstrado em Castilhos *et al.* (2009), em ambientes cujas condições biogeoquímicas propiciem a biodisponibilidade do metal.

Os garimpos de ouro são atuantes no oeste do Estado do Pará, sobretudo na região dos municípios de Itaituba, Trairão e Jacareacanga, sendo que a produção de ouro chegou a um ápice na década de 80. A existência da Reserva Garimpeira de Ouro

do Tapajós, com quase 25.000 km², tem sido apontada como uma das mais importantes fontes de mercúrio para o meio ambiente amazônico. O mercúrio pode ser transportado ao longo da drenagem na forma dissolvida e/ou associado ao material particulado em suspensão. Diversos afluentes da bacia do rio Tapajós drenam a reserva garimpeira. Os rios Crepori e Jamanxin são grandes contribuidores de material particulado oriundo das atividades do garimpo. Considera-se, ainda, que os garimpos de ouro atuam além desta área, para uma extensão de até quatro vezes a reserva.

O rio Teles Pires, formador do Rio Tapajós, e seus principais afluentes também sofreram intensa atividade garimpeira de ouro, principalmente na altura dos municípios de Alta Floresta e Peixoto de Azevedo, no Estado de Mato Grosso. Diversos estudos de avaliação de contaminação por mercúrio em águas fluviais, sedimentos, vegetais e peixes foram realizados nestas áreas (Rodrigues *et al.* 1995; Castilhos, 1999; Egler *et al.* 2006). Em áreas de garimpo de ouro, os teores médios de mercúrio em rejeitos dispostos sobre os solos podem atingir valores acima de 300ppm, enquanto peixes carnívoros mostram elevados teores em tecido muscular. Estes resultados foram encontrados em trabalhos realizados em garimpos de ouro dentro da Reserva Garimpeira do Tapajós (Rodrigues-Filho *et al.*, 2005). Peixes carnívoros atingiram até 20 ppm, ou seja, 40 vezes acima do valor de referência de 500ppb de mercúrio para consumo humano (considerando uma taxa de consumo cerca de 30 vezes menor do que as taxas de consumo de pescado de populações ribeirinhas).

No rio Xingu e em alguns de seus afluentes tem sido apontada a existência de garimpos de ouro, mas em número e magnitude ainda não comparáveis aos da bacia do rio Tapajós.

Por estas razões, maior esforço amostral de matrizes abióticas em escala regional foi priorizado, de modo a fornecer subsídios importantes ao entendimento dos ciclos biogeoquímicos e dos mecanismos de biodisponibilidade/mobilidade no ambiente, bem como à delimitação de sub-ecorregiões a serem priorizadas em futuros programas de controle ambiental e de conservação da biodiversidade.

Este capítulo apresenta os principais resultados de parâmetros físico-químicos e de concentração de metais traços em águas fluviais, bem como dos teores de mercúrio em sedimentos coletados em escala regional na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e em peixes de pequeno porte oriundos do rio Teles Pires.

4.2 Materiais e métodos

4.2.1 Amostragem

A campanha de coleta foi previamente descrita no Capítulo 1 e será abordada apenas no detalhamento específico para a amostragem de águas fluviais, sedimentos fluviais de corrente e peixes.

As amostras de água (77 amostras) foram coletadas com o auxílio de recipiente de polietileno. Em campo, as amostras foram conservadas em meio ácido (HNO₃) e enviadas ao Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental (LEMA), CETEM, para a quantificação do HgT. A análise dos teores dos demais metais (Al, As, Ba, Be, Cd, Ca, Pb, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, V, Zn e U) em águas foi realizada em 27 amostras pré-selecionadas, visando incluir pelo menos uma amostra de cada Ottobacia amostrada (Figura 4-1). Estas determinações foram realizadas pelo Laboratório de Química Analítica da empresa INNOLAB do Brasil Ltda.

As amostras de sedimentos fluviais foram coletadas em 55 diferentes locais (Figura 4-2), a 20 cm de profundidade, acondicionadas em sacos plásticos rotulados e enviadas ao Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental (LEMA) do CETEM. No laboratório, as amostras foram secas à temperatura ambiente, desagregadas com gral e pistilo de porcelana, peneiradas a 0,075 mm e posteriormente analisadas para mercúrio total (HgT).

As amostras de peixes foram coletadas na bacia do Rio Teles Pires, no município de Alta Floresta. O procedimento de amostragem envolveu redes de arrasto de praia, redes de espera, puçás, tarrafas e espinhel. Os peixes foram fotografados e/ou identificados pelos especialistas em campo, medidos e pesados. As amostras de músculo foram devidamente retiradas e acondicionadas em saco plástico. Após serem congeladas, as mesmas foram enviadas ao LEMA/CETEM para quantificação do HgT (resultados em peso úmido).

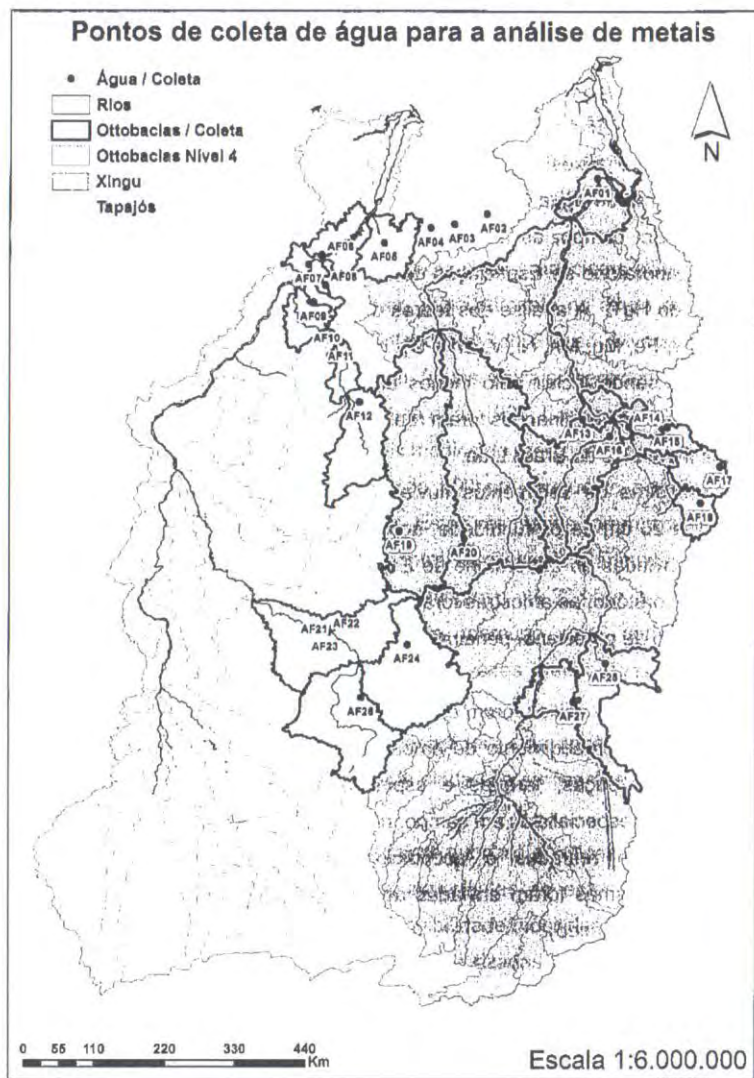


Figura 4-1. Pontos de coleta selecionados para determinação de outros metais tóxicos (além de Hg) em águas fluviais.

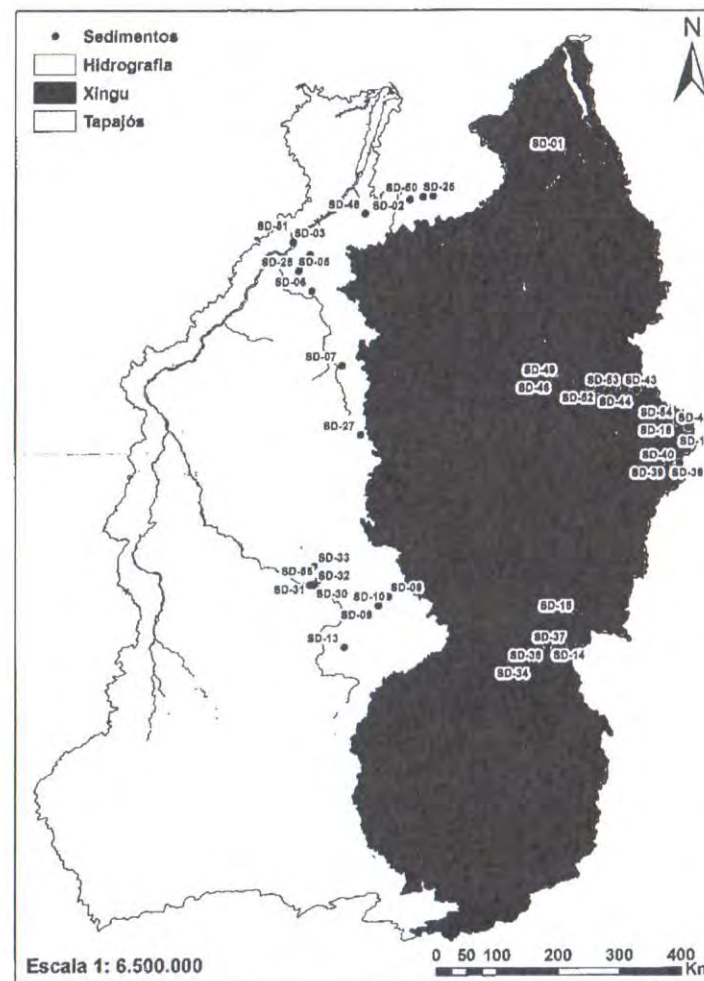


Figura 4-2. Pontos de amostragem de sedimentos fluviais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

4.2.2 Determinação de parâmetros físicos e químicos

4.2.2.1 Parâmetros físico-químicos

A determinação de parâmetros físico-químicos – pH, oxigênio dissolvido (O.D.), condutividade elétrica e turbidez – em águas fluviais foram realizadas em campo com o auxílio de pHmetro portátil marca Alfakit (modelo AT 300), oxímetro portátil marca Digimed (modelo DM-4P) e condutímetro portátil marca Alfakit (modelo AT 230).

As análises de pH dos sedimentos foram efetuadas por meio de eletrodo combinado imerso em uma suspensão solo:líquido na proporção 1:2,5 (água), conforme EMBRAPA (1997). A análise granulométrica dos sedimentos foi realizada por via úmida, de acordo com os procedimentos descritos em Guy (1969). Para reduzir custos, a análise granulométrica foi realizada em amostras pré-selecionadas, visando a obtenção de uma representatividade espacial para toda a Ecorregião. Esta análise foi realizada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

4.2.2.2 Elementos tóxicos e essenciais

A determinação de mercúrio total (HgT) em amostras de águas, sedimentos e músculo de peixe foi realizada com o equipamento portátil LUMEX (RA 915+), específico para análises de HgT por espectrofotometria de absorção atômica baseada no diferencial Zeeman, tendo acoplado uma câmara de pirólise. O equipamento trabalha de acordo com o princípio da destruição térmica da amostra seguida pela determinação da quantidade de vapor de Hg. A concentração do vapor do Hg é medida por uma célula analítica pela diferença de intensidade de radiação. Precisão e acuracidade das análises foram acompanhadas através do uso de amostras certificadas (NIST 2709 San Joaquin Soil, para amostras abióticas, e IAEA 407 *fish homogenate*, para amostras bióticas) e cálculo de erro absoluto, respectivamente, sendo aceitos erros máximos de 10 %. O limite mínimo de detecção do método é de 0,005 mg/kg – mg/L.

A determinação do teor total dos demais elementos traços (Al, As, Ba, Be, Cd, Ca, Pb, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, V, Zn e U) foi efetuada para amostras de águas fluviais previamente selecionadas, de modo a abranger pelo menos uma amostra para cada Ottobacia estudada, conforme metodologia recomendada pela Agência Nacional de Águas (ANA). A seleção dos elementos traços foi baseada nas recomendações da Resolução 357 do CONAMA (2005). O procedimento analítico empregado consistiu no pré-tratamento de 100 mL de amostra com 50 mL de água régia (HCl:HNO₃:H₂O – 4:1:1). A mistura obtida foi então submetida à secura em chapa a 100°C, sendo retomada com água destilada para leitura em ICP-OES (Horiba Jobin Yvon, Ultima 2). Os limites mínimos de detecção, em mg/kg, do método empregado são: 0,01 (Al, V); 0,007 (As), 0,02 (Ba, Fe, Mg, Ca); 0,01 (Be); 0,001 (Cd); 0,004 (Pb, Zn, Ni); 0,001 (Co, Cu, Cr); 0,003 (Mn).

4.2.3 Avaliação da magnitude da contaminação

4.2.3.1 Águas fluviais

Os níveis de contaminação por metais em águas fluviais foram avaliados através da comparação com os valores orientadores propostos pela Resolução 357 do CONAMA (2005) para águas classe 1, que correspondem: "aos limiares de concentração para águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas".

4.2.3.2 Sedimentos fluviais

O grau de contaminação por mercúrio nos sedimentos fluviais foi avaliado através:

- Da comparação com os valores orientadores estipulados pela Resolução 344 do CONAMA (2004), que trata da disposição de sedimentos dragados: 170 ng/g (nível 1) e 486 ng/g (nível 2); teores correspondentes aos limites para os quais existe baixa ou alta probabilidade de ocorrência de efeitos tóxicos na biota bentônica, respectivamente; e
- Do cálculo dos índices de geoacumulação (IGEO) (Müller, 1979, *apud* Rodrigues-Filho, 1995). O cálculo deste índice foi baseado em teores de *background* de 50 ng/g de HgT, obtido na base de testemunhos de sedimentos coletados na região do Tapajós (Trautwein & Muller, 1994). A partir do valor obtido com o IGEO, são definidas as classes de IGEO, demonstradas na Tabela 4-1, que descrevem a intensidade da poluição em relação ao *background*. O cálculo do índice é feito através da equação

$$IGEO = \log_2 Me / NBN_{Me}$$

Onde,

Me: Concentração do metal no sedimento;

NBN_{Me}: Background geoquímico considerado para a área de estudo (50 ng/g).

Tabela 4-1. Índice de Geoacumulação (IGEO) de metais pesados nos sedimentos do rio Reno (Alemanha). Fonte: Müller (1979) apud Rodrigues-Filho, (1995).

Intensidade da Poluição	Acumulação no Sedimento	Classe IGEO
Muito a fortemente poluído	> 5	6
Forte a muito fortemente poluído	> 4 – 5	5
Fortemente poluído	> 3 – 4	4
Moderado a fortemente poluído	> 2 – 3	3
Moderadamente poluído	> 1 -2	2
Pouco a moderadamente poluído	> 0 – 1	1
Praticamente não poluído	< 0	0

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Águas fluviais

Os rios Xingu e Tapajós são exemplos de rios de águas claras. Apresentam uma cor verde-escura ou verde-oliva nos seus trechos profundos e verde-esmeralda nas partes rasas, de fundo pedregoso e de areias brancas. Estes rios carregam poucos sedimentos; apresentando cerca de 1,0 m a 5,0 m de transparência. Durante as cheias, os rios alagam as faixas de terras baixas justafluviais que, quando cobertas por florestas, transformam-se em igapós. Assim, os grandes rios desta ecorregião são considerados similares entre si e bastante distintos dos rios de águas brancas, como os rios Amazonas e Solimões, inclusive no que se refere à grande área de inundação destes últimos.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos não apresentaram variações espaciais significativas ao longo da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. A média do pH medido em águas fluviais foi de $6,44 \pm 1,31$ unidades, sendo que as amostras de valores de pH mais baixos são provenientes de igarapés, em geral, ambientes ricos em matéria e ácidos orgânicos, são no geral de baixa energia e, por estes motivos, podem ser menos oxigenados. A condutividade elétrica resultou entre 10 e 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os valores de OD entre 4,3 e 9,0 mg/L indicam a existência de ambientes amostrados com baixa a alta oxigenação; e por fim, os valores para turbidez variaram de 1,1 a 235,4 mg/L, sugerindo ambientes de baixa e de alta energia, respectivamente, tendo em vista que os levantamentos realizados no verão amazônico (águas baixas) em bacias na sua maior parte ainda com cobertura vegetal preservada.

As concentrações de As, Be, V, U e Hg estiveram abaixo do limite de detecção do método empregado. De fato, no que se refere ao Hg, a comparação com os teores

obtidos por outros autores na região Amazônica denota a ausência de elevados teores de Hg para estas águas (Tabela 4-2).

Tabela 4-2. Comparação dos teores de mercúrio total em águas fluviais com trabalhos pretéritos.

Ambiente de Amostragem	Hg Total (mg/L)	Bibliografia
Rios não contaminados da Amazônia	<0,04	Solomons & Förstner (1984)
Rios não-contaminados em nível mundial	<0,1	Pfeifer <i>et al.</i> (1989)
Córrego Guanandi (Poconé, MT)	<0,1	Rodrigues-Filho (1995)
Rio Madeira (Rondônia)	≈ 18	Lechler <i>et al.</i> (1995)
Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós	<0,005	Este trabalho

Os teores de elementos traços em águas fluviais (Tabela 4-3) indicaram a presença de amostras apresentando alguma inconformidade em relação às concentrações de qualidade ambiental estabelecidas pela Resolução 357 do CONAMA (2005). Dessa forma, comparativamente ao referido documento, o zinco foi o metal de maior expressão em termos de contaminação. Cerca de 25 % das amostras contêm teor acima do preconizado pelo CONAMA, chegando a atingir concentrações cerca de 400 vezes superiores ao limite recomendado (0,18 mg/L). A maior parte das amostras com anomalias de Zn estão localizadas na bacia do rio Tapajós (38 % das amostras analisadas, sobretudo na porção mais setentrional da bacia). Na bacia do rio Xingu, somente uma amostra, localizada próxima ao município de São Félix do Xingu, apresentou concentração de zinco acima do limite definido pelo CONAMA.

É provável que estes altos teores de zinco estejam associados ao uso indiscriminado da terra por atividades agrícolas. Gimeno-García (1996) e Sharma *et al.* (2007) sugerem que importantes fontes de poluição por zinco podem estar relacionadas à aplicação de pesticidas, herbicidas e fertilizantes, os quais comumente contêm elevadas concentrações de sais de Zn e arsenatos de Cu. Além disso, Zn e Cu são também bons indicadores de efluentes domésticos. De toda maneira, a constatação de uma correlação positiva e significativa entre o Zn e Cu em águas fluviais (coeficiente de correlação linear de Pearson $r = 0,89$; $p < 0,05$) indica uma possível fonte comum para ambos os elementos. Ocorrências de rochas ricas em sulfetos, apesar de não identificadas neste

trabalho, pode ser uma fonte para estes metais, bem como para Pb e Cd, os quais apresentam algumas de suas altas concentrações nos mesmos pontos que o Zn.

Quatro amostras (duas na bacia do Tapajós, uma na Bacia do rio Xingu e uma na bacia do rio Curuá-Una) apresentaram teores de Cd acima do limite de detecção e acima do limite de qualidade proposto por CONAMA (0,001 mg/L). No caso do Pb, três amostras (uma amostra no Curuá-Una, uma no Tapajós e outra no Xingu) ficaram acima do padrão estipulado por CONAMA (0,01 mg/L para Pb) e no caso do Mn, duas amostras (uma no Curuá-Una e uma no Tapajós) resultaram acima do estipulado pelo CONAMA (0,1 mg/L para Mn).

O ponto de coleta AF04 (localizado na bacia do rio Curuá-Una) foi o único a apresentar teores de Cr e Ni acima do estabelecido pelo CONAMA (0,05 mg/L para Cr e 0,025 mg/L para Ni). É interessante destacar que esse mesmo ponto de amostragem indicou os mais altos teores para os demais metais. Embora a Resolução 357 do CONAMA trate somente dos teores dissolvidos de Al, Fe e Cu, a concentração total destes metais para este ponto chegou a atingir valores de 5, 350 e 6 vezes o estipulado para a fração dissolvida, respectivamente. A hipótese mais provável para essas elevadas concentrações de metais novamente remete ao uso não sustentável da terra por atividades agrícolas e pecuárias (conforme previamente indicado em capítulo que detalha o uso da terra na ecorregião), associadas a processos erosivos nas margens dos rios. Em trabalhos futuros, estudos de detalhamento deverão ser executados para melhor caracterização deste ponto de coleta.

Levando-se em consideração os teores totais de Fe, a análise estatística dos dados mostrou a existência de correlações positivas e significativas entre o Fe e as concentrações de Cr, Ni, Zn e Cu ($p < 0,05$), indicando uma possível influência de oxi-hidróxidos de ferro (abundantes nos solos amazônicos) na mobilidade potencial destes metais. Neste sentido, Roulet & Lucotte (1995), Wasserman *et al.* (2003) e Hylander *et al.* (2000) também reportam a importância dos oxi-hidróxidos no sequestro geoquímico de metais em solos e sedimentos fluviais da região Amazônica e do Pantanal, sugerindo a redução da mobilidade e da biodisponibilidade desses elementos via mecanismos de complexação.

Tabela 4-3. Teores totais de elementos traços (mg/L) em águas fluviais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. nd = não detectado. * = acima do limite de qualidade ambiental estipulado por CONAMA (2005).

Bacia	Amostra	Lat./Long.	Al	Ba	Cd	Ca	Pb	Co
Curuá-Una	AF02	3,732500° S 53,7746667° N	0,09	0,03	nd	3,10	nd	nd
	AF03	3,874583° S 54,2358333° N	0,05	nd	nd	0,92	nd	nd
	AF04	3,924917° S 54,5746398° N	0,58	nd	0,003*	4,97	0,129*	0,001
Xingu	AF01	3,235528° S 52,2225600° N	0,16	nd	nd	0,54	nd	nd
	AF13	6,640028° S 52,4206667° N	0,34	0,2	0,097*	2,51	nd	nd
	AF14	6,742278° S 51,7715560° N	0,20	0,02	nd	1,66	nd	nd
	AF15	6,750417° S 51,2253611° N	0,23	0,03	nd	4,01	nd	nd
	AF16	6,876000° S 52,0350833° N	0,14	nd	nd	1,21	0,01	nd
	AF17	7,306917° S 50,4749722° N	0,54	0,05	nd	9,28	nd	nd
	AF18	7,826333° S 50,7501667° N	0,22	0,07	nd	10,37	nd	0,002
	AF19	8,213083° S 55,00345° N	0,59	0,06	nd	3,87	nd	nd
	AF20	8,318567° S 54,0847667° N	0,09	nd	nd	0,70	nd	nd
	AF25	10,087220° S 52,0893889° N	0,15	nd	nd	0,41	nd	nd
AF27	10,631360° S 52,5393611° N	1,70	nd	nd	0,30	nd	nd	
Tapajós	AF05	4,131083° S 55,2285278° N	0,25	0,06	0,001	1,76	nd	nd
	AF06	4,305722° S 56,0986389° N	0,27	nd	nd	4,83	nd	nd
	AF07	4,441917° S 56,2863333° N	0,16	nd	nd	0,70	nd	nd
	AF08	4,736222° S 56,0498333° N	0,40	nd	nd	3,32	0,051*	nd
	AF09	4,975278° S 56,212556° N	0,10	nd	nd	0,62	nd	nd
	AF10	5,280750° S 56,0249444° N	0,06	nd	nd	0,86	nd	nd
	AF11	5,539472° S 55,8273333° N	0,29	0,03	nd	0,88	nd	nd
	AF12	6,389194° S 55,5709167° N	0,29	nd	0,240*	0,66	nd	nd
	AF21	9,573833° S 55,9220278° N	0,16	0,03	0,003*	1,58	nd	nd
	AF22	9,639639° S 55,9955833° N	0,09	nd	nd	0,74	nd	nd
	AF23	9,644472° S 56,0327222° N	1,16	nd	nd	0,58	nd	nd
	AF24	9,817528° S 54,8868333° N	0,17	nd	nd	0,49	nd	nd
	AF26	10,563720° S 55,5319444° N	0,05	nd	nd	0,17	nd	nd
CONAMA			-	0,7	0,001	-	0,01	0,05

Tabela 4-3. Continuação...

Bacia	Amostra	Cu	Cr	Fe	Mg	Mn	Ni	Zn
Curuá-Una	AF02	nd	0,001	0,80	0,65	0,061	nd	nd
	AF03	nd	0,002	0,67	0,35	0,021	0,006	nd
	AF04	0,054	0,131*	116,79	0,46	0,256*	0,027*	76,185*
Xingu	AF01	0,001	nd	0,25	0,16	0,007	nd	0,049
	AF13	0,001	0,002	0,92	0,61	0,073	nd	0,032
	AF14	0,001	0,001	0,45	0,84	0,017	0,004	nd
	AF15	0,001	0,006	2,53	2,70	0,1	nd	0,111
	AF16	0,021	0,010	6,92	0,14	0,032	0,009	16,578*
	AF17	nd	0,005	2,38	4,15	0,1	0,007	0,009
	AF18	0,002	0,008	5,07	5,93	1,330*	0,009	0,014
	AF19	0,001	0,004	1,80	1,28	0,098	0,021	0,006
	AF20	nd	nd	0,16	0,17	0,007	nd	0,016
	AF25	nd	0,001	0,22	0,17	0,011*	nd	0,160
AF27	0,002	0,008	1,67	0,28	0,024	0,005	0,129	
Tapajós	AF05	nd	nd	1,16	0,62	0,051	nd	0,074
	AF06	nd	0,002	0,78	0,58	0,026	nd	0,007
	AF07	0,001	0,001	1,22	0,23	0,016	nd	0,018
	AF08	0,070	0,002	32,28	0,26	0,110	0,025	36,711*
	AF09	0,003	0,043	0,82	0,19	0,040	nd	66,418*
	AF10	nd	0,001	0,50	0,22	0,021	nd	0,023
	AF11	nd	0,002	0,94	0,37	0,041	0,005	0,37*
	AF12	0,012	0,001	0,76	0,22	0,037	0,004	43,386*
	AF21	nd	0,012	0,13	0,88	0,021	nd	0,009
	AF22	0,002	nd	0,24	0,19	0,009	nd	0,201*
	AF23	0,001	nd	0,99	0,17	0,020	0,005	nd
	AF24	nd	0,003	0,17	0,29	0,014	nd	nd
AF26	0,001	Nd	0,17	0,04	0,005	nd	0,043	
CONAMA	-	-	0,05	-	-	0,1	0,025	0,18

4.3.2 Mercúrio em sedimentos fluviais

A análise de HgT em sedimentos (Tabela 4-4) revelou, de forma geral, teores baixos. Em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 344/2004, quatro (três na bacia do rio Tapajós) das 55 amostras coletadas estão acima do Nível 1 (acima de 170 ng/g), correspondente ao limite para o qual existe baixa probabilidade de ocorrência de efeitos tóxicos na biota bentônica, e apenas uma amostra (localizada na bacia do rio Tapajós) acima do Nível 2 (acima de 486 ng/g), considerado teor correspondente ao limite para o qual existe alta probabilidade de ocorrência de efeitos tóxicos para a biota bentônica. As amostras da bacia do rio Tapajós foram coletadas próximas à região de Itaituba (PA), a mineração artesanal de ouro data dos anos 80 e é ainda significativa.

Entre os demais pontos de coleta não houve diferença significativa dos teores de HgT. Cerca de 65 % dos pontos amostrados ficaram abaixo de 50 ng/g, ou seja, o valor de nível de base definido neste estudo. O valor médio de HgT obtido para toda ecorregião foi de $61,8 \pm 85,6$ ng/g – valor semelhante ao teor de *background* de 50 ng/g sugerido por Trautwein & Muller (1994) para a região do Tapajós. Rodrigues-Filho (1995), ao avaliar a qualidade dos sedimentos do córrego Formiga (porção setentrional do Estado de Mato Grosso), detectou concentrações de Hg que variaram entre 450 ng/g e 1400 ng/g (até doze vezes maiores do que aquelas quantificadas neste estudo). Em comparação a áreas de garimpo do Estado de Minas Gerais, os dados obtidos para Hg em sedimentos foram relativamente baixos, a exemplo das concentrações determinadas por Windmüller *et al.* (2007) – entre 40 ng/g e 1.100 ng/g) e por Buscher (1992 *apud* Windmüller *et al.*, 2007) (entre 90 ng/g e 22.600 ng/g) em sedimentos fluviais de áreas impactadas pela mineração artesanal de ouro em Ouro Preto e localidades vizinhas.

Quando comparados com trabalhos pretéritos executados na área geográfica que compreende a ecorregião, os níveis de contaminação por Hg são, no geral, baixos. Apenas 16 % das amostras ficaram acima dos valores médios (87 ng/g) encontrados por Aula *et al.* (1994) em sedimentos fluviais do reservatório de Tucuruí, próximo às Serras Pelada e dos Carajás; 24 % das amostras ficaram acima da média mundial de 76 ng/g (Jonasson & Boyle, 1979, *apud* Rodrigues-Filho, 1995).

O cálculo dos IGEOs indicou que 67 % das amostras podem ser consideradas como praticamente não poluídas, ratificando a comparação com a Resolução CONAMA 344/2004. Ainda, 19 % das amostras foram classificadas como pouco a moderadamente poluídas, 5 % como moderadamente poluídas, 7 % como moderada a fortemente poluídas e 2 % como fortemente poluídas.

A maior parte das amostras (54 %) de sedimentos apresentaram valor de pH menor que 5,5 unidades, e 25 % na faixa de 5,6 a 7,0 unidades (Tabela 4-4). Estes valores acompanham, *grossa modo*, àqueles das águas, que são típicos de rios de águas claras (de ácidos a levemente alcalinos).

A análise granulométrica dos sedimentos (Figura 4-3) revelou, em média, materiais extremamente arenosos, com o predomínio da fração 0,25-0,177 mm, indicando ambientes de alta energia. Como esperado, as amostras coletadas em ambientes de alta energia, com maiores capacidade e competência no transporte de grãos com diâmetros maiores e maiores cargas de material em suspensão, apresentaram textura mais grosseira em comparação àquelas coletadas em riachos ou igarapés. Em geral, amostras com elevado teor de carbono orgânico tendem a apresentar granulometria fina, uma vez que a matéria orgânica não se complexa formando partículas de maior granulometria (Windmüller *et al.*, 2007), a exemplo dos complexos argilo-húmicos. Em trabalhos futuros, além da análise granulométrica para as amostras restantes, estes resultados deverão ser interpretados em conjunto com a quantificação e com dados de qualidades do sedimento e da matéria orgânica nesses materiais.

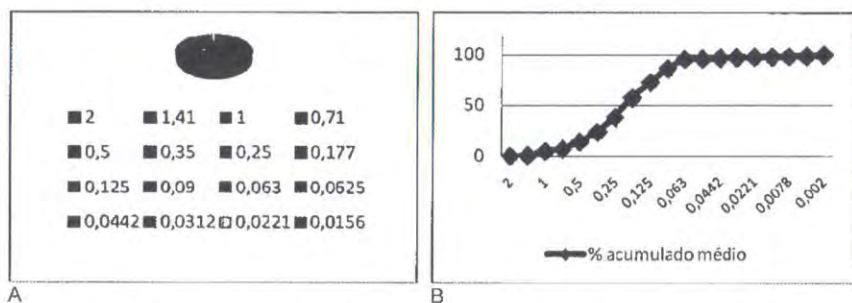


Figura 4-3. A: Curva granulométrica média dos sedimentos analisados. B: média aritmética do percentual obtido para cada fração granulométrica. Nota: médias granulométricas em mm.

Tabela 4-4. Mercúrio total, pH e índices de geoacumulação (IGEO) em sedimentos fluviais na ecorregião aquática Xingu-Tapajós. Resolução CONAMA nº 344/2004: * = acima do Nível 1 (170 mg/kg). ** = acima do Nível 2 (486 mg/kg).

Baía	Amostra	Coordenadas		pH	HgT (ng/g)	Classe do IGEO	
		Latitude (°S)	Longitude (°N)				
Curuá-Una	SD-02	3,924917	54,5746398	5,0	46,0	0	
	SD-25	3,874583	54,2358333	5,3	24,3	0	
	SD-50	3,884250	54,3829444	4,6	34,0	0	
	SD-01	3,235528	52,2225600	5,5	20,0	0	
	SD-14	10,52878	52,5287222	4,0	36,5	0	
Xingu	SD-15	10,08722	52,0893889	8,6	1,7	0	
	SD-16	7,304278	50,4467222	5,1	84,0	0	
	SD-17	7,223278	50,6195833	5,5	34,5	0	
	SD-18	7,220583	50,6238889	7,3	32,0	0	
	SD-19	6,722250	51,5829722	4,6	44,0	0	
	SD-20	6,742278	51,7715560	5,1	11,5	0	
	SD-21	6,607472	51,9749167	5,5	199,5*	3	
	SD-22	6,594944	51,8134722	8,1	87,5	1	
	SD-23	6,588361	51,8581389	5,4	158,5	2	
	SD-24	6,87600	52,0350833	6,3	10,1	0	
	SD-34	10,77958	52,7339722	7,2	21,5	0	
	SD-35	10,67039	52,7081111	5,8	29,5	0	
	SD-36	10,63136	52,5393611	4,1	29,5	0	
	SD-37	10,55383	52,1815833	5,8	20,0	0	
	SD-38	7,942861	50,7968611	3,4	44,5	0	
	SD-39	7,826333	50,7501667	5,4	45,5	0	
	SD-40	7,857639	50,5966944	6,5	58,0	1	
	SD-41	7,306917	50,47497222	5,5	20,0	0	
	SD-42	7,065944	50,8175000	5,8	27,0	0	
	SD-43	6,750417	51,2253611	6,2	18,0	0	
	SD-44	6,717139	51,6120000	5,4	29,0	0	
	SD-45	6,700139	51,8975278	5,2	32,0	0	
	SD-46	6,640028	52,4206667	4,8	104,0	2	
	SD-47	6,627639	52,0919444	5,7	30,5	0	
	SD-49	6,5815555	52,3296388	4,9	36,5	0	
	SD-52	6,742278	51,7715560	5,5	65,5	1	
	SD-53	6,741222	51,3992500	5,5	65,0	1	
	SD-54	7,223278	50,6195833	5,8	121,0	2	
	Tapajós	SD-03	4,553361	56,2996890	5,3	33,5	0
		SD-04	4,736222	56,0498333	5,7	213,0*	3
		SD-05	4,975278	56,2125560	5,5	88,0	1
		SD-06	5,280750	56,0249444	4,8	65,5	1
		SD-07	6,389194	55,5709167	5,2	279,5*	3
		SD-08	9,817528	54,8868333	5,9	2,5	0
SD-09		9,949083	55,0358889	4,6	62,0	1	
SD-10		9,948667	55,0308333	5,2	<10	0	
SD-11		9,538222	55,9039722	4,7	81,5	1	
SD-12		9,726889	55,8350000	7,8	549,0**	4	
SD-13		10,563720	55,5319444	6,1	25,5	0	
SD-26		4,979167	56,22088056	5,3	4,8	0	
SD-27		7,415600	55,2969333	7,3	41,0	0	
SD-28		9,645083	55,98963890	5,5	50,5	0	
SD-29		9,642583	56,04627780	5,7	37,0	0	
SD-30		9,642722	56,0342222	7,8	69,0	1	
SD-31		9,644472	56,0327222	5,2	26,5	0	
SD-32		9,639639	55,9955833	5,3	19,0	0	
SD-33		9,367111	55,9825560	6,0	9,7	0	
SD-48		4,131083	55,2285278	6,1	25,0	0	
SD-51		4,441917	56,2863333	5,5	230,5*	3	
SD-55	9,573833	55,9220278	5,5	75,5	1		

4.3.3 Mercúrio em peixes

Cento e seis espécimes de peixes pertencentes a 11 espécies foram coletados próximo à Ilha do Ariosto, no rio Teles Pires, no município de Alta Floresta. Os dados de tamanho, peso e teor de mercúrio médios nas espécies estão mostrados na Tabela 4-5. O tamanho médio dos espécimes foi de $13,9 \pm 9,8$ cm. Em torno de 80 % dos espécimes coletados pesaram menos do que 100 g. O teor médio de HgT foi de $126,8 \pm 85,4$ ng/g.

Tabela 4-5. Biometria e teores médios de mercúrio total em amostras de músculo de peixes, coletados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

Nome popular	Nome científico (Gênero)	N	Peso médio (g)	Tamanho (cm)	Hg total (ng/g)
-	<i>Argonectes</i>	3	<100	$9,50 \pm 0,50$	$46,83 \pm 4,51$
Bicuda	<i>Boulengerella</i>	9	<100	$38,72 \pm 9,49$	$205,22 \pm 65,07$
Cachorra	<i>Hydrolycus</i>	18	<100	$15,31 \pm 6,30$	$193,40 \pm 76,95$
Curimatã	<i>Prochilodus</i>	20	<100	$9,38 \pm 5,33$	$98,92 \pm 76,43$
Lambari	CHARACIDAE	17	<100	$5,88 \pm 0,60$	$134,15 \pm 86,85$
Matrinchã	<i>Brycon</i>	7	<100	$7,79 \pm 1,44$	$85,64 \pm 32,58$
Pacu	<i>Piaractus</i>	7	<100	$14,57 \pm 4,76$	$72,64 \pm 74,68$
Piauí	<i>Leporinus</i>	6	<100	$12,8 \pm 23,71$	$87,25 \pm 62,93$
Piranha	SERRASALMINAE	4	<100	$14,25 \pm 4,35$	$239,38 \pm 123,33$
Sardinha		7	<100	$9,29 \pm 0,70$	$135,93 \pm 84,62$
Traira	<i>Hoplias</i>	8	<100	$15,31 \pm 5,73$	$86,00 \pm 34,43$

Em comparação com os teores de mercúrio em peixes oriundos de áreas impactadas pela garimpagem de ouro, as concentrações obtidas neste estudo podem ser consideradas baixas. Na região de North Sulawesi (Indonésia), Castilhos *et al.* (2006) detectaram um teor médio de 580 ± 450 ng/g (N = 130) em diversas espécies de peixes com comprimento e peso similares aos deste trabalho, atingindo valores máximos mais de duas vezes acima dos quantificados no presente trabalho. Ainda, a média de mercúrio determinada neste estudo é aproximadamente uma ordem de grandeza abaixo da obtida em peixes oriundos de barramento do córrego São Chico, no garimpo de São Chico, bacia hidrográfica do Tapajós (N = 64, 1280 ± 2220 ng/g) (Castilhos *et al.*, 2004a). Na bacia do rio Paraná (região a montante do rio Iguaçu), Castilhos (2009), ao determinar a concentração de Hg em músculos de lambaris em espécimes com biomassas semelhantes às deste estudo, encontrou teores médios similares. Estas constatações,

ressaltam as baixas concentrações de mercúrio obtidas neste estudo, e que poderão funcionar como valores de referência temporal em futuros estudos na ecorregião, visando a avaliação de risco ecológico aquático.

4.4 Conclusões e recomendações

Os teores dos metais traços nas águas fluviais indicaram amostras apresentando alguma não conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução N° 357 do CONAMA (2005). O zinco foi o metal de maior frequência em não conformidade (cerca de 25 % das amostras). Após o Zn, sobretudo Cd, Pb e Mn apresentaram valores não conformes. No caso dos sedimentos, a análise de HgT mostrou que apenas quatro (todas na bacia do rio Tapajós) das 55 das amostras coletadas estavam acima do Nível 1 (acima de 170 ng/g), valor limite para o qual existe baixa probabilidade de ocorrência de efeitos tóxicos na biota bentônica preconizado pela Resolução CONAMA 344/2004; destas, apenas uma estava acima do Nível 2 (acima de 486 ng/g), limite para o qual existe alta probabilidade de ocorrência de efeitos tóxicos para a biota bentônica.

Em geral, a bacia do rio Tapajós revelou dados mais críticos de metais traços (incluindo HgT) em comparação à bacia do rio Xingu. Entretanto, os teores de mercúrio em músculo de peixes oriundos do rio Teles Pires, na bacia do rio Tapajós, podem ser considerados baixos e indicam baixa disponibilidade do mercúrio para ictiofauna local.

4.5 Literatura citada

- Aula, I.; Braunschweiler, H.; Leino, T.; Malin, I.; Porvari, P.; Hatanaka, T.; Lodenius, M. Juras, A. 1994. Levels of Mercury in the Tucuruí Reservoir and its surrounding area in Pará, Brazil. p.21-40. *In: Mercury Pollution: Integration and Synthesis.* Boca Raton, Lewis Publishers.
- Busher, D.P. 1992. Mercury in river systems from garimpeiro activities in the vicinity of Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. Dissertação de Mestrado. Colorado School of Mines. Golden, USA. 140p.
- Castilhos, Z. C. 1999. Gestão em Poluição Ambiental: Análise da Contribuição dos Garimpos de Ouro na Contaminação por Mercúrio da Ictiofauna e das águas fluviais na Região do Rio Tapajós, Estado do Pará, Brasil. Tese de doutorado em Geociências (Geoquímica). Niterói, Universidade Federal Fluminense. 194p.
- Castilhos, Z. C.; Rodrigues-Filho, S.; Rodrigues, A. P. C.; Villas-Boas, R. C.; Veiga, M.; Beinhoff, C. 2004a. Contaminação por mercúrio em peixes de áreas de garimpo de ouro na região amazônica e avaliação de risco à saúde humana. 2p.. *In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia, 2004, Araxá (MG).*

- Castilhos, Z.C.; Souto, P.S.; Almosny, N.; Linde, A.R.; Silva, L.C.C.P.; Bidone, E.D. 2004b. Bioassessment of ecological risk of Amazonian ichthyofauna to mercury. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 72(4): 200-208.
- Castilhos, Z.C.; Rodrigues-Filho, S.R.; Rodrigues, A.P.C.; Villas-Boas, R.; Siegel, S.; Veiga, M.M.; Beinhoff, C. 2006. Mercury contamination in fish from gold mining areas in Indonesia and human health risk assessment. *The Science of the Total Environment* 368(1): 320-325.
- Castilhos, Z.C. 2009. Avaliação da contaminação mercurial em peixes e em sedimentos da região da Bacia do Rio Paraná. Relatório Técnico (CETEM/MCT) para CENPES/PETROBRAS. Rio de Janeiro, CETEM. 12p.
- CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). 2004. Resolução 344 de 25 de março de 2004. Brasília, CONAMA. 11p.
- CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). 2005. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Brasília, CONAMA. 25p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *In: Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, EMBRAPA. 212p.
- Egler, S.G.; Rodrigues-Filho, S.; Villas-Bôas, R. & Beinhoff, C. 2006. Evaluation of Mercury Pollution in Cultivated and Wild Plants from Two Small Communities of the Tapajós Gold Mining Reserve, Pará State, Brazil. *Science of the Total Environment* 368: 424-433.
- Gimeno-García E.; Andreu V.; Boluda R. 1996. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. *Environmental Pollution* 92: 19-25.
- Guy, H. 1969. Laboratory Theory and methods for sediment analysis: Geological survey. techniques of water-resources investigations of The United States. USGS. Volume 5, Capítulo C1. 58p.
- Hylander L.D.; Meili, M.; Oliveira L.J., Silva, E.D.; Guimarães, J.R. ; Araujo, D.M. ; Neves, R.P. ; Stachiw, R.; Barros, A.J.P.; Silva, G.D. 2000. Relationship of mercury with aluminum, iron and manganese oxi-hydroxides in sediments from the Alto Pantanal, Brazil. *The Science of the Total Environment* 260: 97-107.
- Jonasson, I. & Boyle, R.W. 1979. The biochemistry of Mercury. p.28-49. *In: Effects of Mercury in the Canadian environment*. Ottawa, National Research Council of Canada. 290p.

- Lechler, P.J.; Miller, J.R.; Lacerda L.D.; Vinson D.; Bonzongo, J.C.; Lyons, W.B.; Warwick, J.J. 2000. Elevated mercury concentrations in soils, sediments, water, and fish of the Madeira River basin, Brazilian Amazon: a function of natural enrichments? *The Science of the Total Environment* 260: 87-96.
- Müller, G. 1979. Schwermetalle in den sediments des Rheins – Veränderungen Seitte. *Umschan* 78:778-783.
- Pfeiffer, W.; Lacerda, L.; Malm, O.; Bastos, W.; Souza, C.; Silveira, E. 1989. Mercury contamination in inland waters of Rondônia, Amazon, Brazil. *The Science of the Total Environment* 87/88:233-240.
- Rodrigues-Filho, S. 1995. Metais Pesados nas Sub-bacias Hidrográficas de Poconé e Alta Floresta. Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia Mineral, CETEM/MCT. 32p. (Série Tecnologia Ambiental, 7)
- Rodrigues-Filho, S.; Castilhos, Z.; Santos, R.; Yallouz, A.; Egler, S.; Peregovich, B.; Ribeiro, R.; Nascimento, F. Pereira, D. Pedrozo, L. 2005. Avaliação ambiental e de saúde em duas áreas de garimpo de ouro na Amazônia brasileira. Relatório Técnico (CETEM/MCT) para UNIDO/GEF. Rio de Janeiro, CETEM. 107p.
- Roulet M. & Lucotte, M. 1995. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferrallitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. *Water, Air and Soil Pollution*, 80:1079-1085.
- Sharma R.K.; Agrawal M.; Marshall F. 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology Environmental Safety* 66:258-266.
- Solomons, W. & Förstner, U. 1984. *Metals in the Hydrocycle*. Berlin, Springer-Verlag. 349p.
- Souza, T.C.M. 1999. Contaminação mercurial de águas fluviais e peixes e exposição das populações ribeirinhas na região garimpeira do Rio Tapajós, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado em Geoquímica). Niterói, Universidade Federal Fluminense. 80p.
- Trautwein, B. & Müller, F. 1994. *Flußtypologie und Quecksilberproblematik in der Tapajós-Region/Brasilien*. Monografia. Heidelberg, Institut für Umweltgeochemie, Universität Heidelberg. 101p.
- Walker, R. & Homma, A.K.O. 1996. Land use and land cover dynamics in the Brazilian Amazon: an overview. *Ecological Economics* 18:67-80.
- Wasserman J.C.; Hacon S.; Wassermann M.A. 2003. Biogeochemistry of mercury in the Amazonian environment. *Ambio* 32(5):336-342.

- WHO (World Health Organization). 1990. Environmental health criteria 101. Methylmercury. Geneva, World Health Organization. 143p.
- Windmüller, C. C.; Santos, R. C.; Athayde, M.; Palmieri, H.E. 2007. Distribuição e Especificação de Mercúrio em Sedimentos de Áreas de Garimpo de Ouro no Quadrilátero Ferrífero. Química Nova 30(5):1088-1094.

5 INSETOS AQUÁTICOS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Janira Martins Costa, César Carriço da Silva, Tatiana Chrysostomo Santos, Sueli Maria Pereira, Gisele Luziane de Almeida

5.1 Introdução

A Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós é uma das cinco regiões consideradas prioritárias para a pesquisa entomológica no Brasil por tratar-se de uma região cuja entomofauna é pouco conhecida, sem representatividade nas Coleções entomológicas. Esta Ecorregião localiza-se, na Amazônia Legal e inclui as bacias de drenagem do alto a médio Tapajós e Xingu, até a confluência com o rio Acaraí, ambos afluentes do rio Amazonas pela sua margem direita.

Os insetos aquáticos desempenham um papel relevante na cadeia trófica, ao se alimentarem de outros insetos, alevinos e girinos e por sua vez constituírem fonte de alimento para outras comunidades, em particular de peixes e aves. A distribuição desses insetos está relacionada às características físico-químicas dos habitats, à disponibilidade de recursos alimentares e ao hábito das espécies. Na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós essas características foram verificadas e avaliadas com a finalidade de fornecer subsídios para pesquisas posteriores, sendo os microhabitats representados nos pontos trabalhados por folhizo, areia, rocha, macrófitas etc.

A entomofauna aquática dessa Ecorregião está representada principalmente pelas seguintes Ordens: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera (Heteroptera), Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera. Das Ordens citadas Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera, destacam-se no ecossistema aquático por sua maior representatividade e sua importância como bioindicadores.

Os **Ephemeroptera** apresentam formas imaturas com baixo grau de tolerância à eutrofização artificial dos ecossistemas de água doce, sendo integrantes do índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), utilizados em índices de biomonitoramento e avaliação da qualidade da água.

Os **Odonata** apresentam larvas altamente predadoras, sendo de grande importância no controle natural de outros insetos. Além da importância ecológica e paisagística, as libélulas são consideradas espécies bandeira, podendo ser utilizadas para determinar áreas de conservação ambiental. São também importantes bioindicadores, podendo ser utilizadas como ferramenta em monitoramento de curto prazo. Essa particularidade deve-se ao fato de algumas espécies apresentarem faixas de tolerância aos fatores antrópicos, sendo caracterizados como grupos de organismos tolerantes e sensíveis às degradações ambientais.

A Ordem **Plecoptera** corresponde a um pequeno grupo de insetos que, junto com as Ordens Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera, vem ganhando grande destaque no estudo da qualidade de água. Estão associados com ambientes de água limpa, fria e corrente, ocorrendo em trechos onde há uma boa movimentação hídrica.

Os representantes imaturos da Ordem **Trichoptera** são exigentes em relação à elevadas concentrações de oxigênio no ambiente aquático, como foi observado para a Bacia do Xingu possuindo um importante papel na ecologia dos ecossistemas aquáticos, em particular lóticos.

O objetivo deste capítulo consiste em contribuir para o conhecimento das formas imaturas das principais ordens de insetos aquáticos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, a fim de fornecer subsídios para pesquisas posteriores.

5.2 Metodologia

5.2.1 Estações de amostragem

Este estudo foi desenvolvido na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, nos estados do Pará e Mato Grosso, incluindo 45 pontos de amostragem, sendo três pontos na Bacia do rio Curuá, 24 na bacia do Xingu e 18 pontos na bacia do rio Tapajós (Anexos I, II e III), durante o período de 24/09/2008 a 13/10/2008. Os pontos selecionados nos diferentes tributários abrangeram ambientes diversificados.

5.2.2 Metodologia de amostragem

Os exemplares imaturos de insetos aquáticos foram coletados em cada estação de amostragem, junto a substratos variados tais como areia, rochas, folhiço acumulado em remansos e através de raspagem de raízes de vegetação marginal, utilizando-se peneira redonda com malha de 500 micras de diâmetro. As coordenadas geográficas foram estabelecidas através de GPS (Global Position System) modelo GARMIN V (Anexo I). A captura de exemplares sob rochas foi realizada com auxílio de pinças. O material coletado foi acondicionado em frascos com álcool 70 % e rotulado para o traslado até o Museu Nacional (UFRJ).

As amostragens foram realizadas em um trecho de cerca de 100 m ao longo dos corpos d'água, nos quais, durante um período de aproximadamente uma hora foram coletados exemplares de diversas ordens de insetos aquáticos. Adotou-se essa metodologia para padronização do esforço de captura.

5.2.3 Triagem e processamento do material

Os espécimes pertencentes às ordens Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera foram identificados em nível de gênero e os das demais ordens de insetos

aquáticos em nível de família, utilizando-se chaves dicotômicas de Roldán (1988), Merritt & Cummins (1996), Carvalho & Calil (2000), Angrisano (1995 e 1998), Costa *et al.* (2004), Calor (2007), Mariano & Froehlich (2007) e Souza *et al.* (2007). Após a identificação, o material foi incorporado à Coleção de Insetos Aquáticos, do Departamento de Entomologia do Museu Nacional (UFRJ).

5.2.4 Variáveis ambientais

Nove classes de variáveis foram mensuradas em cada localidade (Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3). Mediu-se a temperatura atmosférica e da água. As variáveis químicas hidrológicas foram medidas utilizando-se o *kit* de análise científica de qualidade de água, modelo ECOKIT, fabricado por ALFAKIT Ltda., cuja metodologia baseia-se em titulações com reagentes colorimétricos, nas amostras de água, através de análises individuais para cada variável: OD (mg/L), pH, Cloreto (mg/L), Amônia (ppm), Cloro (mg/L), Fe (mg/L) e Ortofosfato (mg/L).

Tabela 5-1. Variáveis ambientais verificadas no momento das coletas na bacia hidrográfica do rio Curuá-Una.

Número de Campo	T.água (°C)	pH	O.D. (mg/L)	Cloreto (mg/L)	NH3 (ppm)	Cl (mg/L)	Fe+ (mg/L)	Ortofosfato (µg/L)
AR2008092601B	27	6	7	60	0,5	0,1	0,25	0
AR2008092602B	27	5,5	9	40	0,25	0,1	0,5	0
AR2008092604B	22	5,5	9	0	0	0	1,5	0

5.2.5 Análise dos dados

As informações de ocorrência dos táxons nas localidades de amostragem foram transformadas em dados de presença / ausência para análise da distribuição espacial. Estabeleceu-se, através de gráficos e tabelas, a abundância absoluta de exemplares para cada família e seus respectivos táxons.

O estabelecimento de interrelações entre as Ottobacias foi efetuado através de Análise de Agrupamento, por UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), com base na distribuição dos táxons, medindo-se a similaridade entre os grupos formados através de distância Euclideana. A correlação entre as variáveis ambientais e a distribuição das espécies encontradas em cada uma das amostras foi verificada através de Análise de Correspondência Canônica (ACC). Ambas as análises foram realizadas utilizando-se o Programa MVSP 3.1 (Multivariate Statistical Package).

Tabela 5-2. Variáveis ambientais verificadas no momento das coletas na bacia hidrográfica do rio Xingu.

Número de Campo	T.água (°C)	pH	O.D. (mg/L)	Cloreto (mg/L)	NH3 (ppm)	Cl (mg/L)	Fe+ (mg/L)	Ortofosfato (µg/L)
AR2008092501B	21	4,5	8	40	1	3	0	0
AR2008092502B	25	5	7	20	0,1	0,25	0,25	0
AR2008100101C	25	5	9	40	0,5	0	0	0
AR2008100102C	29	5,5	7	20	0,25	0	0	0
AR2008100601C	20	4,5	9	20	0,25	0	0	0
AR2008100701B	26	6	8	40	0,1	0	1,5	0
AR2008100702B	28	6	9	40	0,25	0	0	0
AR2008100901A	27	6,5	6	50	0,25	0	0	0
AR2008100902A	27	7	6	40	0,1	0	0,5	0
AR2008100903A	24	7	5	40	0,25	0	0,5	1,5
AR2008101001A	24	7,5	7	40	0,5	0	0	3
AR2008101002A	24	7,5	7	50	0,1	0	0	0,75
AR2008101003A	24	7	8	30	0	0	0	0
AR2008101101A	24	7	6	30	0,1	0	0	0,75
AR2008101102A	24	6,5	5	30	0,25	0	1	0
AR2008101103A	24	6,5	5	40	1	0	0,5	0
AR2008101104A	27	6	8	30	1	0	0	0
AR2008101201A	27	6,5	8	20	0,1	0	0	1,75
AR2008101202A	24	6	5	30	0	0	0,5	2
AR2008101203A	26	6	7	30	0	0	0	0
AR2008101301B	33	6	9	20	0,5	0	0	0
AR2008101302B	30	6	8	20	0,5	0	0	0

Tabela 5-3. Variáveis ambientais verificadas no momento das coletas na bacia hidrográfica do rio Tapajós.

Número de Campo	T.água (°C)	ph	O.D. (mg/L)	Cloreto (mg/L)	NH3 (ppm)	Cl (mg/L)	Fe+ (mg/L)	Ortofosfato (µg/L)
AR2008092701B	22	7	8	20	0,25	0	0	0
AR2008092702B	24	7	9	30	0,1	0	0,25	0
AR2008092703B	21	6,5	8	30	0,1	0	0	0
AR2008100201C	24	6	9	20	0	0	0	0
AR2008092801A	22	6	9	20	0,1	0	0	0
AR2008092801C	27	7,5	8	30	0	0	0	0
AR2008092901B	29	6	5	60	0,1	0	0,25	0
AR2008092902B	20	6,5	9	40	0	0	0	0
AR2008092903B	24	6	5	20	0,25	0	0	0
AR2008093001B	29	7	9	40	1	3	0	3
AR2008093001C	22	6	7	30	0,25	0,25	0	0,75
AR2008100301B	25	6,5	9	20	0,25	0	0	0
AR2008100302B	29	6	9	40	0,1	0	0	0
AR2008100401B	29	6	7	30	0,1	0	0	0
AR2008100402B	32	6	7	30	0,1	0	0	0
AR2008100403B	27	6	7	40	0	0	0	3
AR2008100404B	30	6	8	40	2	0	2	0
AR2008100404B	30	6	7	40	0,1	0	2	0

5.3 Resultados e discussão

Durante a expedição AquaRios foram coletados 1.219 exemplares de insetos aquáticos, sendo 5 na bacia do rio Curuá-Una, 624 na bacia do rio Xingu e 590 na bacia do rio Tapajós, distribuídos em nove ordens (Figura 5-1) e 36 famílias (Figura 5-2 e Figura 5-3). Os dados de distribuição dos táxons das bacias dos rios Xingu e Curuá-Una foram tabulados em conjunto, uma vez que as localidades são geograficamente próximas, entretanto, os pontos de amostragem das bacias hidrográficas foram devidamente discriminados e agrupados em Ottobacias para a análise de agrupamento.

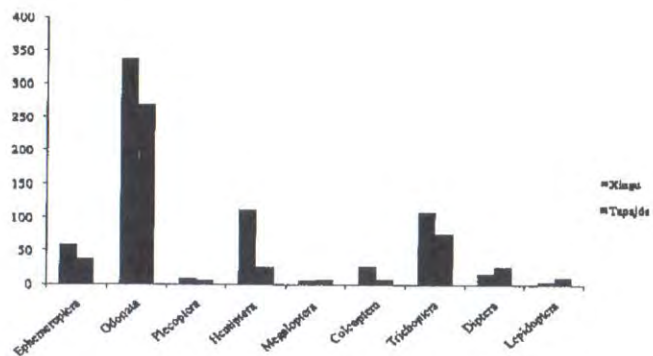


Figura 5-1. Abundância absoluta das ordens de insetos aquáticos coletados nas bacias dos rios Xingu (incluindo a bacia do Curuá-Una) e Tapajós.

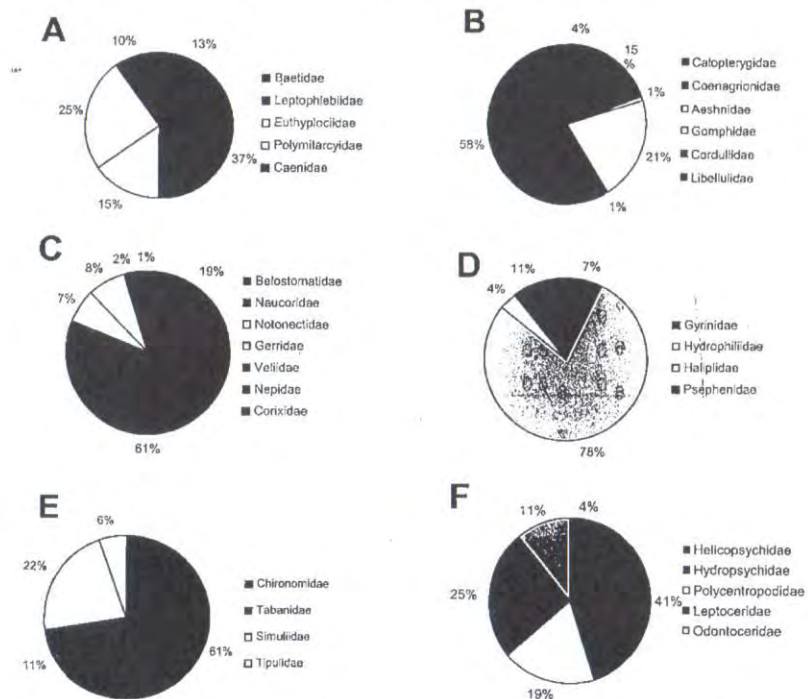


Figura 5-2. Abundância relativa de famílias de insetos aquáticos coletados nas bacias hidrográficas dos rios Curuá-Una e Xingu: A – Ephemeroptera; B - Odonata; C – Hemiptera (Heteroptera); D – Coleoptera; E – Diptera; F - Trichoptera.

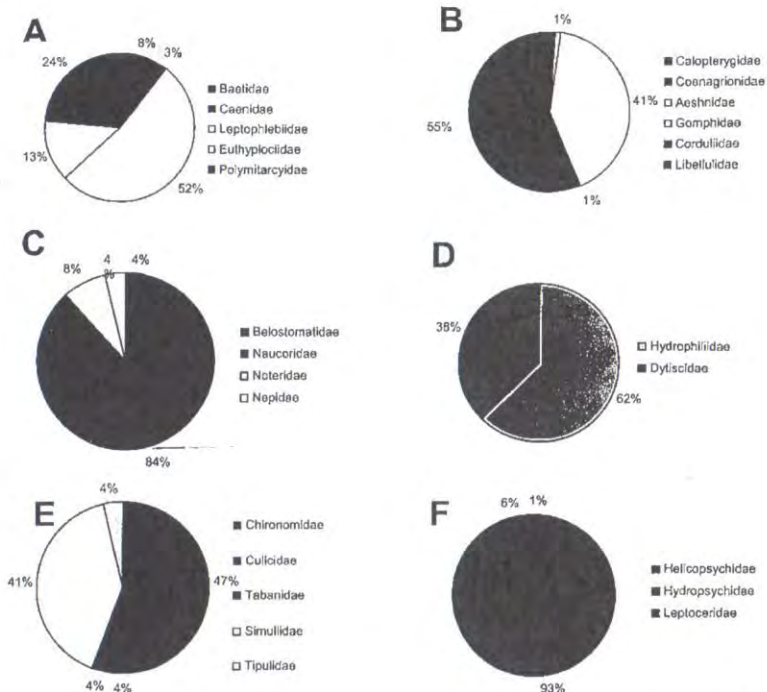


Figura 5-3. Abundância relativa de famílias de insetos aquáticos coletados na bacia hidrográfica do rio Tapajós: A – Ephemeroptera; B – Odonata; C - Hemiptera (Heteroptera); D – Coleoptera; E – Diptera; F – Trichoptera.

A ordem Ephemeroptera foi representada por 10 gêneros distribuídos em cinco famílias (Tabela 5-4). A família com maior abundância absoluta foi Leptophlebiidae, seguida de Polymitarcyidae e Euthyplociidae, em todas as bacias (Figura 5-1, Figura 5-2A e Figura 5-3A). Polymitarcyidae foi numericamente bem representada através de *Campsurus* Eaton, 1868, com exemplares coletados em todas as bacias. A família Leptophlebiidae apresentou maior diversidade com cinco gêneros para a bacia do Xingu e quatro para a bacia do Tapajós. A diversidade observada está correlacionada com a predominância de substrato arenoso nos locais de coleta, uma vez que os representantes destes gêneros apresentam preferência por este microhabitat. Fator relevante para a bacia do Xingu foi a descoberta de um novo gênero com 20 espécimens coletados.

Tabela 5-4. Ordem Ephemeroptera: famílias e gêneros.

Família	Gênero	Nº exemplares	
		Bacia do Xingu	Bacia do Tapajós
Baetidae	<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	2	-
	<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1966	3	3
Caenidae	<i>Caenis</i> Stephens, 1835	4	1
Euthyplociidae	<i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	6	5
	<i>Fittkaulus</i> Sawage e Peter, 1978	4	1
	<i>Miroculis</i> Edmundis, 1963	5	10
	<i>Needhamella</i> Dominguez e Flowers, 1989	2	2
	<i>Paramaka</i> Sawage e Dominguez, 1992	4	7
Leptophlebiidae	Gênero Novo	20	-
Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i> Eaton, 1868	10	9
Total	10	60	38

A ordem Odonata foi a mais representativa com seis famílias e 28 gêneros (Tabela 5-5). A família Libellulidae foi a mais abundante dentre os Anisoptera com 58 % para a bacia do Xingu e 55 % para a bacia do Tapajós, seguida de Gomphidae com 21 % para a bacia do Xingu e 42 % para a bacia do Tapajós (Figura 5-2B e Figura 5-3B), o que pode ser justificado pela constituição arenosa dos substratos, que facilita o hábito cavador das larvas. O gênero *Progomphus* Selys, 1854 foi o mais representativo para a Bacia do Tapajós, com 120 exemplares capturados. É importante, também, registrar a ocorrência de Corduliidae, representada por poucos exemplares, o que é justificável, pelo fato destes animais serem raros e preferirem ambientes de elevada altitude e águas mais frias. Os Zygoptera foram pouco representados com somente duas famílias (Coenagrionidae e Calopterygidae) e três gêneros. Coenagrionidae revelou maior abundância absoluta, destacando-se o gênero *Argia* Rambur, 1843.

A elevada abundância de exemplares de Odonata reflete o equilíbrio das teias alimentares nos ecossistemas estudados, embora esta ordem esteja representada por insetos predadores, as larvas servem de alimento para peixes, anfíbios e outros vertebrados que ocupam níveis tróficos mais elevados.

Tabela 5-5. Ordem Odonata: famílias e gêneros.

Família	Gênero	Nº exemplares	
		Bacia do Xingu	Bacia do Tapajós
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> in Selys, 1853	11	1
Coenagrionidae	<i>Argia</i> Rambur, 1842	41	1
	<i>Telebasis</i> Selys, 1865	-	1
Aeshnidae	<i>Castoraeschna</i> Calvert, 1952	1	-
	<i>Coryphaeschna</i> Williamson, 1903	1	1
Gomphidae	<i>Cacoides</i> Cowley, 1934	1	1
	<i>Progomphus</i> Selys, 1854	43	120
	<i>Epigomphus</i> Hagen in Selys, 1854	2	-
	<i>Zonophora</i> Selys, 1854	4	7
	<i>Aphylla</i> Selys, 1854	1	1
	<i>Phyllocyca</i> Calvert, 1948	4	19
	<i>Desmogomphus</i> Williamson, 1920	2	1
Corduliidae	<i>Agriogomphus</i> Selys, 1869	1	2
	<i>Cyanogomphus</i> Selys, 1873	-	1
	<i>Archaeogomphus</i> Williamson, 1919	-	10
	<i>Aeshnosoma</i> Selys, 1870	3	1
Libellulidae	<i>Perithemis</i> Hagen, 1861	6	-
	<i>Dythemis</i> Hagen, 1861	7	-
	<i>Diastatops</i> Rambur, 1842	15	-
	<i>Macrothemis</i> Hagen, 1868	88	36
	<i>Brechmorhoga</i> Kirby, 1894	38	11
	<i>Pantala</i> Hagen, 1861	9	13
	<i>Gynothemis</i> Clavert in Ris, 1909	7	-
	<i>Zenithoptera</i> Selys, 1869	2	-
	<i>Orthemis</i> Hagen, 1861	3	37
	<i>Tramea</i> Hagen, 1861	23	4
	<i>Erythemis</i> Hagen, 1861	2	1
<i>Micrathyria</i> Kirby, 1889	23	-	
Total	28	338	269

As ordens **Plecoptera**, **Megaloptera** e **Lepidoptera** foram representadas por apenas uma família, Perlidae, Corydalidae e Piralidae, respectivamente. Estes insetos aquáticos são, naturalmente, raros e exigentes em relação às condições ambientais, entretanto, a presença de exemplares destas ordens, nas bacias hidrográficas, indica a existência de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água, bem como baixos níveis de concentração de matéria orgânica. Para a ordem Plecoptera foram registrados dois gêneros (Tabela 5-6), sendo o gênero *Macrogynoplax* Enderlein, 1909, exclusivo da bacia do Xingu.

Tabela 5-6. Ordem Plecoptera: família e gêneros.

Família	Gênero	Nº de	Nº de
		Exemplares	Exemplares
		Bacia do Xingu	Bacia do Tapajós
Perlidae	<i>Anacronuria</i> Klapálek, 1909	2	6
	<i>Macrogynoplax</i> Enderlein, 1909	7	-
Total	2	9	6

A ordem Trichoptera foi representada por cinco famílias (Figura 5-2F e Figura 5-3F), para as quais foi possível a identificação de seis gêneros (Tabela 5-7). Esta ordem abriga o maior número de espécies potencialmente sensíveis às variações ambientais. A presença significativa destes insetos, particularmente na bacia do Xingu revela o elevado grau de conservação ambiental e diversidade de habitats e microhabitats, uma vez que estes insetos dependem de substratos diversificados (folhicho, fragmentos rochosos, areia) para construir suas casas portáteis e abrigos. Assim como os Plecoptera e os Ephemeroptera, os Trichoptera são caracterizados como organismos que possuem necessidade de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água.

Tabela 5-7. Ordem Trichoptera: famílias e gêneros.

Família	Gênero	Nº de	Nº de
		Exemplares	Exemplares
		Bacia do Xingu	Bacia do Tapajós
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> Guérin, 1843	1	-
	<i>Macrostemum</i> Kolenati, 1859	2	-
	<i>Smicridea</i> Mc Lachlan, 1871	11	-
	<i>Synoestropsis</i> Ulmer, 1905	3	-
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> Von Siebold, 1856	3	-
Leptoceridae	?	41	5
Odontoceridae	<i>Marilia</i> Muller, 1878	18	-
Polycentropodidae	?	30	-
Total	6	109	76

As demais ordens de insetos (Figura 5-2C, D e E; Figura 5-3C, D e E) com representantes aquáticos que constituíram a entomofauna da Ecorregião estudada (Coleoptera, Hemiptera/Heteroptera e Diptera) são conhecidas por um certo grau de tolerância à ambientes artificialmente eutrofizados, embora algumas espécies destes grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos. A necessidade de concentrações elevadas de oxigênio dissolvido é menor, uma vez que parte dos

representantes deste grupo, como os Hemiptera/Heteroptera e adultos de Coleoptera utilizam o oxigênio atmosférico. A necessidade de uma maior diversidade de habitats e microhabitats também diminui, em função de uma maior plasticidade do grupo (muitos heterópteros e coleópteros vivem na lâmina d'água ou interface coluna d'água-superfície). Alguns grupos de insetos aquáticos são extremamente tolerantes às variações ambientais e, por isso, chamados de resistentes. São representados, principalmente, por larvas de Chironomidae e outros Diptera. Estes organismos são capazes de viver em condição de anoxia (depleção total de oxigênio) por várias horas. Os Chironomidae são organismos de hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats (Goulart & Callisto, 2003). A existência de Chironomidae nas bacias estudadas não reflete exatamente condições de anoxia ou eutrofização artificial, haja vista que estes são, também, amplamente encontrados em ambientes oligotróficos e mesotróficos, como integrantes fundamentais das teias alimentares destes ecossistemas, sendo reconhecidamente organismos de grande valência ecológica.

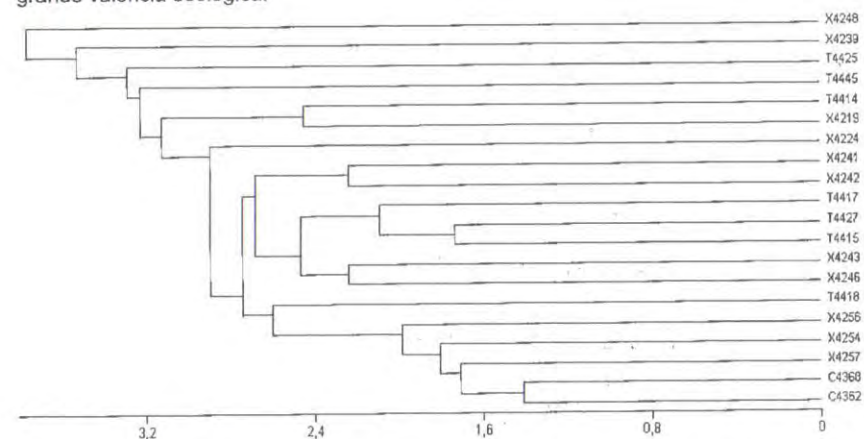


Figura 5-4. Dendrograma resultante da análise de agrupamento (UPGMA, distância euclideana) com base na distribuição dos táxons. Os números acompanhados de "C" correspondem às Ottobacias da bacia hidrográfica do Curuá-Una, acompanhados de "X" às Ottobacias do Xingu e "T" às Ottobacias do Tapajós.

A análise de agrupamento (*Cluster Analysis*), através do método de UPGMA, foi realizada através da distribuição dos táxons nas Ottobacias. Utilizaram-se os dados, organizados em uma matriz, para fins de verificação de similaridade entre as Ottobacias estudadas, bem como fornecer subsídios para delimitação de sub-ecorregiões. O

dendograma resultante (Figura 5-4) agrupou por maior similaridade (pequena distância euclidiana) os pontos da Ottobacia do Curuá-Una. Os demais agrupamentos do dendograma não isolaram as Ottobacias do Xingu e Tapajós em grupos distintos, sugerindo similaridade faunística, na distribuição dos insetos aquáticos, nestas subcorregiões. Este resultado é suportado através do elevado número de táxons de insetos aquáticos (36) comuns às bacias hidrográficas e às Ottobacias.

Na Análise de Correspondência Canônica (Figura 5-5), efetuada para verificar a influência dos fatores ambientais na distribuição dos táxons, foram consideradas todas as variáveis, uma vez que seus coeficientes canônicos não apresentaram multicolinearidade, isto é, valores correlacionados a outras variáveis (Tabela 5-8). Os táxons são simbolizados no gráfico, através de triângulos, cuja correspondência numérica é apresentada no Quadro 3. Aqueles não numerados no gráfico encontram-se mais próximos dos eixos canônicos e, portanto, são considerados mais generalistas ou provavelmente são mais tolerantes à variação abiótica.

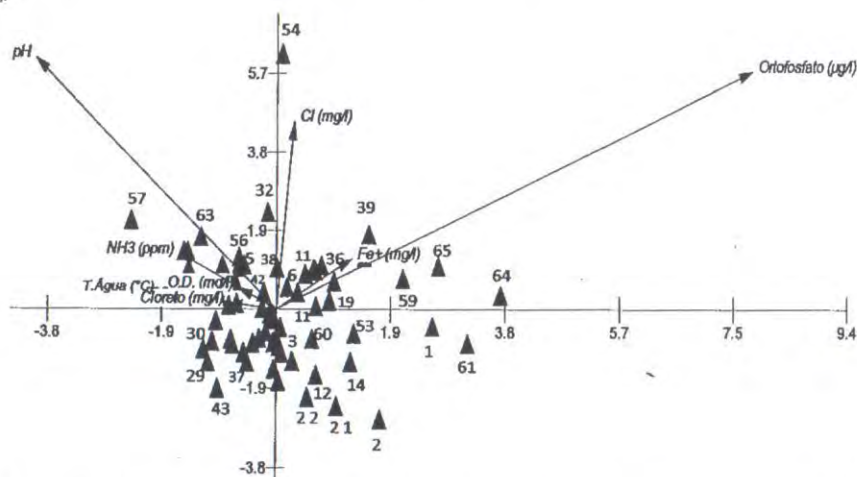


Figura 5-5. Representação gráfica dos planos fatoriais (eixo 1 na horizontal, eixo 2 na vertical, escala vetorial 14,88) da análise de correspondência canônica de distribuição dos táxons de insetos aquáticos em função das variáveis ambientais; variáveis ambientais em itálico, com valores apresentados nas Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3; táxons em algarismos arábicos associados à legenda (Δ), conforme Tabela 5-9.

Estão negativamente relacionadas com as variáveis ferro e ortofosfato, as variáveis amônia, oxigênio dissolvido, pH e cloreto. Os vetores que revelaram maior coeficiente canônico foram aqueles que representaram as variações de pH, cloro e ortofosfato (Tabela 5-8). Os táxons que apresentaram correlação mais estreita com o ortofosfato foram *Campylocia*, *Castoraeschna*, *Campsurus* e o novo gênero de Ephemeroptera; sendo estes táxons normalmente coletados em locais de baixa correnteza (remansos) e em meio a folhiço, onde ocorre maior decomposição de matéria orgânica. O pH foi registrado, na maioria das amostras com valores ligeiramente ácidos, tendendo à neutralidade. Correlacionados ao pH estão os táxons *Americabaetis*, *Paramaka*, *Brechmorhoga*, *Epigomphus* e *Camelobaetidius*.

Tabela 5-8. Variáveis e coeficientes canônicos.

Variáveis	Coeficiente Canônico		Coeficiente de Correlação	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
T°C Água	0,186	0,271	0,172	0,166
T°C Ar	0,246	-0,041	0,376	0,009
pH	0,473	-0,226	0,281	0,026
O.D.	0,452	-0,403	0,497	-0,238
Cloreto	-0,152	0,722	-0,059	0,595
NH ₃	-0,032	0,256	0,341	0,243
Cl	0,765	0,643	0,606	0,198
Fe+	-0,03	-0,171	-0,1	-0,161
Ortofosfato	-0,028	-0,715	0,485	-0,139

Estão correlacionados à baixas concentrações de cloreto os táxons *Progomphus*, *Cyanogomphus* e *Hydropsychidae*. O cloreto pode apresentar-se, principalmente sob a forma de cloreto de sódio influenciando os ecossistemas aquáticos continentais, podendo provocar alterações na pressão osmótica nas células de organismos dulçaquícolas. Um aumento brusco do teor do íon cloreto é uma indicação de contaminação da água com águas residuárias, entretanto, os baixos valores registrados para as Bacias Hidrográficas não são significativamente indicadores de despejo efetivo de efluentes domésticos.

Fortemente correlacionados à baixas concentrações de ferro estão *Naucoridae*, *Tramea*, *Dasythemis* e *Castoraeschna*. O ferro foi detectado em ambas as bacias hidrográficas estudadas, porém os maiores valores (2 mg/l) foram registrados na bacia do Tapajós.

Correlacionados às elevadas concentrações de oxigênio dissolvido e baixas concentrações de amônia estão os táxons *Needhamella*, *Perithemis*, *Pyralidae*, *Phyllocycla* e *Hydropsychidae*. Oxigênio, pH e temperatura da água são fatores que reconhecidamente podem influenciar na abundância e riqueza de macroinvertebrados

aquáticos. A grande maioria das localidades estudadas apresentou concentrações desejáveis de oxigênio dissolvido na água.

Tabela 5-9. Táxons de insetos aquáticos que apresentaram correlação com as variáveis abióticas, na análise de correspondência canônica (ACC). Os táxons não listados foram retirados da análise por não apresentarem relação estreita com os fatores ambientais.

Nº atribuído na ACC	Táxon	Curuá	Xingu	Tapajós
1	<i>Diastatops</i>		X	
2	<i>Notonectidae</i>	X	X	X
3	<i>Veliidae</i>	X		
5	<i>Brechmorhoga</i>		X	X
6	<i>Naucoridae</i>		X	X
11	<i>Tramea</i>		X	X
12	<i>Micrathyrina</i>		X	X
14	Belostomatidae	X	X	
19	<i>Pantala</i>		X	X
21	<i>Coryphaeschna</i>		X	
22	<i>Nepidae</i>		X	X
29	Psephenidae		X	
30	Gyrinidae		X	
32	<i>Zonophora</i>		X	X
36	<i>Dasythemis</i>		X	
38	<i>Desmogomphus</i>		X	X
39	<i>Castoreschna</i>		X	
42	<i>Epigomphus</i>		X	
53	Dysticidae			X
54	<i>Archaeogomphus</i>			X
56	<i>Americabaetis</i>		X	
57	<i>Camelobaetidius</i>		X	X
59	<i>Campylocia</i>		X	X
60	<i>Fittkaulus</i>	X	X	X
61	<i>Microculis</i>		X	X
63	<i>Paramaka</i>		X	X
64	Gen. Novo Ephemeroptera			X
65	<i>Campsurus</i>		X	X

Não foi possível estabelecer restrições quanto à distribuição dos insetos aquáticos nas bacias hidrográficas através da análise de correspondência canônica. O gráfico resultante revelou que as variáveis ambientais interferem na distribuição de poucos

táxons na região de estudos, o que pode ser justificado pela pequena variação abiótica observada, para a maioria dos fatores.

Os demais táxons coletados, não citados, não apresentaram uma correlação estreita com nenhum dos fatores ambientais analisados, estando distribuídos próximos ao centro do gráfico o que parece indicar que sejam mais generalistas.

5.4 Conclusões

As comunidades biológicas de insetos aquáticos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós são constituídas por táxons reconhecidamente sensíveis ou tolerantes às variações ambientais. Poucos táxons de insetos aquáticos identificados são classificados como resistentes, o que reflete a integridade geral dos ecossistemas estudados. Desta forma, este monitoramento biológico preliminar constituiu-se como uma ferramenta na avaliação das condições aquáticas para a Ecorregião.

A distribuição e diversidade de insetos aquáticos são diretamente influenciadas pelo tipo de substrato, morfologia do ecossistema, quantidade e tipo de detritos orgânicos, presença de vegetação aquática, presença e extensão de mata ciliar. Estes insetos são diretamente afetados por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária. A análise de agrupamento com base na distribuição dos táxons de insetos aquáticos nas Ottobacias revelou a semelhança das mesmas quanto às condições abióticas e bióticas, reforçando a delimitação da Ecorregião. As Ottobacias do Curuá-Una foram as únicas que revelaram maior similaridade faunística entre si e dissimilaridade em relação as do Xingu e Tapajós, que não formaram agrupamentos isolados, mas heterogêneos.

O resultado da análise de correspondência canônica revelou a interferência de todas as variáveis abióticas na distribuição dos insetos aquáticos nas bacias dos rios Curuá-Una, Xingu e Tapajós.

A presença de representantes de insetos aquáticos exigentes de boas condições ambientais, a elevada biodiversidade refletida nas amostras, bem como a existência de um novo gênero para a ordem Ephemeroptera e novos registros de Odonata corroboram com a necessidade de preservação da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, bem como, indicam a necessidade de que haja prosseguimento dos estudos realizados, a fim de que seja, ainda que sumariamente, conhecida a biodiversidade deste importante ecótono brasileiro.

5.5 Literatura citada

- Angrisano, E.B. 1995. Insecta Trichoptera. p.1199-1237. *In*: Lopretto, E.C. & Teli, G. (eds.). Ecosistemas de aguas continentales, metodologia para su estudio. Tomo III. La Plata, Ediciones Sur. 1401p.
- Angrisano, E.B. 1998. Trichoptera. p.374-384. *In*: Morrone, J.J. & Coscarón, S. (eds.). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. La Plata, Ediciones Sur. 599p.
- Calor, A.R. 2007. Trichoptera. *In*: Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico.
- Costa, J.M.; Souza, L.O.I.; Oldrini, B.B. 2004. Chaves para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 44p. (Publicações Avulsas do Museu Nacional, 99)
- Carvalho, A.L. & Calli, E.R. 2000. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil – adultos e larvas. Papéis Avulsos de Zoologia do Museu de Zoologia da USP 41(15):423-441.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM 2(1):1-9.
- Mariano, R. & Froehlich, C.G. 2007. Ephemeroptera. *In*: Froehlich, C.G. (org.). Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.
- Merrit, R. & Cummin S. 1996. An Introduction to Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque. 957p.
- Roldán, G. 1988. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Bogotá, Fondo FEN Colômbia. Ed. Presencia Ltda. p.4-36.
- Souza, L.O.I.; Costa, J.M.; Oldrini, B.B. 2007. Odonata. *In*: Froehlich, C. G. (org.). Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online

6 MALACOFAUNA LIMNÉTICA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Jozélia Maria de Sousa Correia
José Carlos Nascimento de Barros
Maurício Camargo
Jean Carlos Leitão Batista
Paulo Sérgio Santos Souto

6.1 Introdução

O Filo Mollusca compreende mais de cem mil espécies descritas, que ocupam os ambientes terrestres, de águas doces e salobras, sendo organismos que vivem caracteristicamente apoiados ao substrato (Boffi, 1979). Nos ambientes de água doce, os moluscos estão representados em duas classes, Gastropoda e Bivalvia (Mansur *et al.*, 1987). Povoam rios, açudes, lagoas e lagos artificiais, parcial ou totalmente enterrados no substrato geralmente arenoso, próximo das margens ou em profundidades maiores. Algumas espécies de *Mycetapodidae* vivem aderidas às raízes de aguapés (*Eichhornia*, *Pontederia*, *Salvinia*) ou em rochas submersas, preferindo zonas de águas pouco profundas (Mansur *et al.*, 1987). No Brasil, são conhecidas 305 espécies válidas ocorrentes em ambientes de água doce, sendo 115 da Classe Bivalvia e 193 da Classe Gastropoda (Avelar, 1999).

Existem poucos registros de representantes do Filo Mollusca na bacia amazônica. Por se tratar de um grupo com limitado uso, e devido ao baixo número de pesquisadores estudiosos do grupo, o conhecimento de sua diversidade é limitado. Dentre os estudos mais recentes destaca-se o de Simone (2006), que faz uma revisão de acervos dos moluscos de água doce da América do Sul, de diferentes coleções no mundo. No contexto da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós ainda existe uma grande lacuna de conhecimento em relação à diversidade de moluscos que habitam estes ambientes aquáticos. Levantamentos recentes registraram de quatro e doze espécies das famílias Hyriidae (Bivalvia), Ampullariidae e Hydrobiidae (Gastropoda) no médio rio Xingu (Jesus *et al.*, 2007; Jesus *et al.*, 2009).

Neste capítulo são apresentados os resultados do inventário de moluscos aquáticos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, a fim de fornecer subsídios para pesquisas de distribuição geográfica das espécies e da caracterização física destas regiões, através do mapeamento dos táxons.

sacos plásticos e fixadas em formol a 10 %. Todas as amostras receberam etiquetas com o código da estação de amostragem (Figura 6-2) e foram acondicionadas em bombonas plásticas e conduzidas até o Laboratório de Zoologia da Universidade Federal Rural do Amazonas – UFRA em Belém, PA.



Figura 6-2. Coleta da malacofauna. A - amostragem em estação marginal. B - uso da draga Petersen para amostragem em estação profunda. C - coleta de amostra da vegetação marginal. D - lavagem e triagem em campo. E - amostra de sedimentos. F - materiais para coleta e acondicionamento das amostras.

6.2.3 Triagem e processamento do material

Em laboratório, as amostras de sedimento e os espécimes de moluscos previamente triados em campo foram analisados. As amostras de vegetação foram encaminhadas para triagem no Laboratório de Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Pará - UFPA.

Todas as amostras com sedimento foram lavadas sob água corrente em uma série de peneiras acopladas com telas de 2 mm, 1 mm e 0,2 mm. Posteriormente, o material foi fixado em álcool a 70 %, sendo separados apenas os animais retidos nas duas primeiras malhas e todo o sedimento retido da última peneira. Esse material foi acondicionado em potes plásticos e conservado em álcool a 70 %. Os sedimentos foram colocados em placas de petri e analisados sob estereomicroscópio. As amostras de vegetação foram lavadas com água corrente em cuba plástica, e todo o sedimento obtido após esse procedimento foi triado em estereomicroscópio.

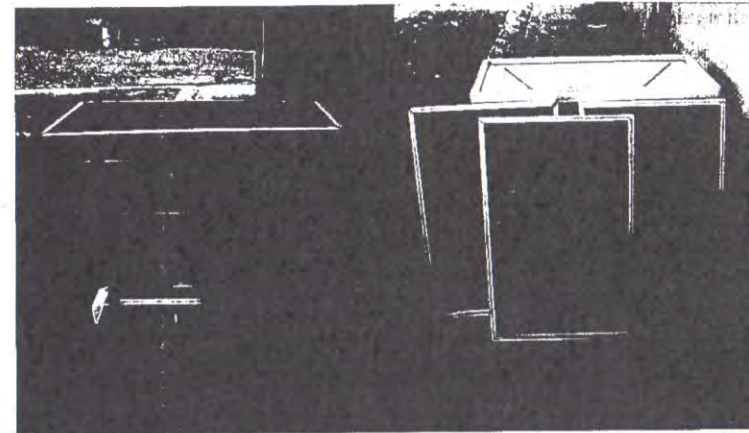


Figura 6-3. Conjunto de peneiras para lavagem e triagem das amostras de sedimento.

6.2.4 Identificação taxonômica

A identificação até o nível de gênero foi realizada no Laboratório de Oceanografia Biológica da UFPA, no Laboratório de Zoologia da USP e no Laboratório de Malacologia da UFRPE, utilizando-se chaves dicotômicas e consulta a bibliografia pertinente (e.g. Burch, 1962; Domaneschi *et al.*; 1992; Macan, 1949; Mansur, 1969, Mansur *et al.*, 1987; Pitoni *et al.*, 1976; Thorp & Covich, 1991; Simone, 2006). A identificação a nível específico foi realizada com as descrições e ilustrações originais. A classificação dos gastrópodes nos taxa de níveis supra-específicos foi baseada em Zilch (1959-1960) e dos bivalves em Haas (1969) e Keen & Casey (1969).

Exemplares das diferentes espécies de moluscos foram fotografadas (Figura 6-4 e Figura 6-5). Todo o material biológico foi depositado no Museu de Malacologia do Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE.

6.2.5 Análise dos dados

Com base nas matrizes de abundância por espécie e por Ottobacia hidrográfica (*sensu* ANA, 2008), foram feitas análises uni e multivariadas. As análises univariadas foram principalmente de estatística descritiva. Para definir o grau de sobreposição malacofaunística entre as três grandes bacias estudadas (Xingu, Tapajós e Curuá-Una), as espécies registradas foram agrupadas num diagrama de Venn.

Como forma de avaliar se através do esforço aplicado foi alcançada a assíntota da riqueza de táxons, curvas cumulativas de espécies foram construídas em relação ao número de pontos de amostragem por bacia hidrográfica e, após 999 permutações,

obtiveram-se as curvas de riqueza observada, do índice de Jackknife1 e de Bootstrap, com uso de o programa PRIMER Ver. 6.1.6. Para comparar a riqueza de espécies entre as três bacias com uma mesma unidade de esforço aplicada, foram construídas curvas de rarefação.

Para estudar o grau de similaridade ao nível de Ottobacias estudadas foi feita uma análise de agrupamento com o índice de Bray-Curtis, após transformação dos dados através da raiz quadrada, como forma de eliminar o efeito da disparidade entre as espécies mais abundantes e raras. A conformação dos grupos de Ottobacias similares foi feita através de Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) com uso do programa PRIMER Ver. 6.1.6. A combinação destas duas análises é efetiva para avaliar a consistência na definição dos grupos.

Para definir o grau de associação entre as variáveis ambientais e as abundâncias das espécies com maior densidade dentro das amostras, foi feita uma análise de correspondência canônica com uso do Programa MVSP 3.12c (Multi-Variate-Statistics- Package, www.kovcomp.com).

Para estabelecer uma hipótese de áreas de endemismo foi realizada uma Análise de Parcimônia de Endemismo – PAE. Para esta análise, além dos táxons registrados no levantamento AquaRios, foram incluídos os dados gerados por Jesus *et al.* (2009) para o setor do médio rio Xingu. Uma vez plotadas as coordenadas geográficas das localidades de coleta estas foram agrupadas em unidades geográficas homogêneas (OGUs), constituídas pelas Ottobacias estabelecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2008). O método proposto por Morrone (1994) compreende os seguintes passos: (1) Definição das unidades geográficas operacionais (OGUs); (2) construção da matriz de dados; (3) realização da Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE); (4) delimitação das OGUs definidas pelo menos por duas espécies endêmicas; (5) mapeamento das espécies endêmicas por OGU ou conjunto de OGUs para delinear a abrangência de cada área de endemismo. Assim, numa matriz de dados na qual as linhas representam as unidades hidrográficas (OGUs) e as colunas as espécies (analogamente aos táxons e caracteres nas análises filogenéticas, respectivamente), codificou-se a ausência das espécies com 0 e a presença com 1. Uma unidade hipotética codificada na sua totalidade como 0 para todas as colunas foi adicionada à raiz do cladograma. Foram utilizados os programas Winclada (Nixon, 2002) e NONA 2.0 (Goloboff, 1993) para gerar a árvore de consenso estrito. As unidades basais que apresentaram pelo menos duas espécies endêmicas foram consideradas como áreas de endemismo (Morrone, 1994).

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Diversidade e abundância

Durante a expedição AquaRios foram coletados 8.678 exemplares de moluscos aquáticos associados a sedimentos móveis, substratos consolidados e ao fital, com predominância de espécies de substratos inconsolidados. Das 55 estações amostradas, apenas nove não apresentaram ocorrência de malacofauna. As análises de distribuição da malacofauna nas bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingu, evidenciaram diferenças quanto a ocorrência das Classes Gastropoda e Bivalvia. De uma forma geral a Classe Gastropoda (Figura 6-4) foi a mais abundante com 8.319 indivíduos (95,86 %), correspondendo a seis famílias, nove gêneros e 24 espécies, seguido pelos Bivalvia (Figura 6-5) representados por 359 indivíduos (4,13 %), cinco famílias, nove gêneros e 18 espécies, para um total de 44 espécies, 11 famílias e 18 gêneros. Destas espécies, oito (20,45 %) táxons são potencialmente novos para a ciência, correspondendo aos Gastropoda *Aylacostoma* sp.1, A. sp.2, A. sp.3, *Doryssa* sp.1, D. sp.2, D. sp.3 e D. sp.4, ao Bivalvia *Diplodon* sp. (Tabela 6-1). A eventual descrição destas espécie exigirá uma revisão ampla revisão taxonômica numa abordagem regionalmente mais abrangente.

Os Gastropoda foram representados pelas subclasses Prosobranchia, com 8.296 exemplares (99,6 %), e Pulmonata, com 33 exemplares (0,39 %), sendo os primeiros compostos pelas famílias Ampullariidae, Thiaridae Pleuroceridae e Hidroblidae. Os Thiaridae foram os mais abundantes em todas as amostras. Os Pulmonata formaram o segundo grupo, que, numericamente, foi muito inferior em relação aos Prosobranchia, sendo representados apenas por Ancyliidae e Planorbidae.

A elevada dominância de Prosobranchia (Figura 6-6) é atribuída a sua maior capacidade de exploração de diversos ambientes e sua tolerância à variação limnológica e tipo de substrato. Muitos Prosobranchia, como *Pomacea* e *Asolene* (Ampullariidae), suportam prolongados períodos de seca. Já os Ancyliidae (*Gundlachia* spp.) e Planorbidae (*Biomphalaria*) são mais sensíveis ao regime de secas, embora várias espécies do *Biomphalaria* possam ser encontradas em ambientes com grande variabilidade ambiental. *Gundlachia* apresenta hábito epifítico e epilítico, não sendo encontrada em substratos móveis.

Os Bivalvia representaram 4,13 % do total das espécies estudadas. A família Hiriidae foi a mais diversa com sete espécies, seguida pelas famílias Pisidiidae e Mycetapodidae, com seis e quatro espécies respectivamente. As famílias Corbiculidae, Dreissenidae e Hiriidae, representadas, respectivamente, por *Corbicula fluminea*, *Mytilopsis* sp. e *Castalia ambigua*, apresentaram predominância numérica em relação as demais famílias de bivalves (Figura 6-6).

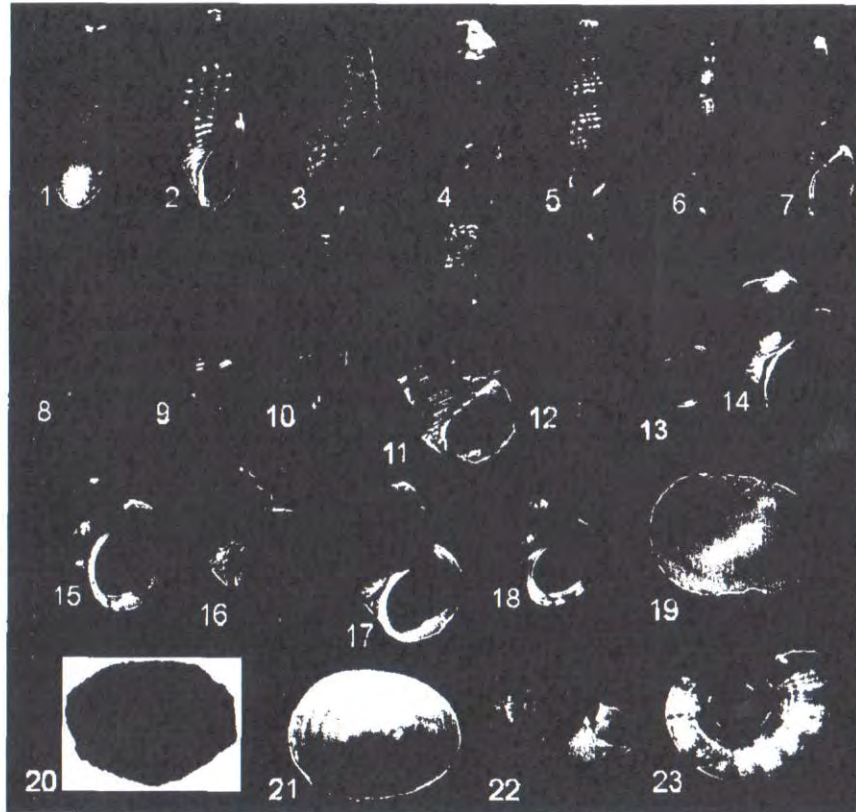


Figura 6-4. Representantes de Gastropoda da Ecorregião Aquáticas Xingu-Tapajós. 1. *Aylacostoma chorotica* (Scott, 1954); 2. *Aylacostoma* sp.1; 3. *Aylacostoma* sp.2; 4. *Aylacostoma elongata* (Baker, 1913); 5. *Doryssa macapa* (Moricand, 1856); 6. *Doryssa millepunctata* (Tryon, 1865); 7. *Doryssa* sp.1; 8. *Doryssa* sp.2; 9. *Doryssa* sp.3; 10. *Doryssa* sp.4; 11. *Doryssa starksi* (Baker, 1913); 12. *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774); 13. *Lyrodes latus* (Hass, 1949); 14. *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1804); 15. *Pomacea lineata* (Spix, 1827); 16. *Pomacea scalaris* (Orbigny, 1835); 17. *Asolene petite* (Crosse, 1891); 18. *Asolene pulchela* (Anon, 1839); 19. *Hebetancylus moricandi* (Orbigny, 1835); 20. *Gundlachia* sp.; 21. *Gundlachia* sp.2; 22. *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848); 23. *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818).

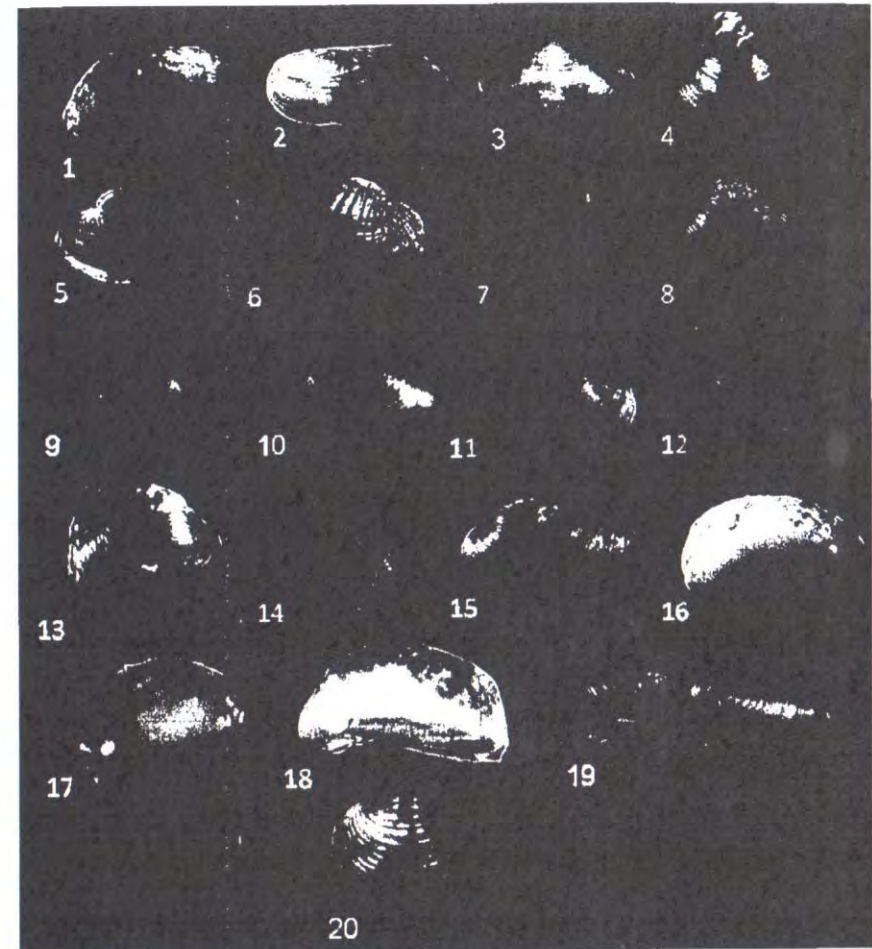


Figura 6-5. Representantes de Bivalvia da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. 1. *Anodontites obtusus* (Spix, 1927); 2. *Anodontites tenebricosus* (Lea, 1834); 3. *Anodontites trapezialis* (Lamarck, 1819); 4. *Diplodon* sp.; 5. *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819); 6. *Castalia multisucata* (Hupé, 1857); 7. *Eupera bahiensis* (Spix, 1827); 8. *Eupera* sp.; 9. *Pisidium punctiferum* (Guppy, 1967); 10. *Pisidium sterkianum* (Pilsbry, 1897); 11. *Pisidium boliviense* (Sturany, 1900); 12. *Pisidium* sp.; 13. *Rhipidodonta rhombea* (Wagner, 1827); 14. *Rhipidodonta hylaea* (Orbigny, 1835); 15. *Rhipidodonta suavida* (Lea, 1856); 16. *Rhipidodonta* sp.; 17. *Rhipidodonta* sp.2; 18. *Mytilopsis* sp.; 19. *Mycetopoda silicosa* (Spix, 1927); 20. *Corbicula fluminea* (Müller, 1774).

Tabela 6-1. Moluscos aquáticos coletados na expedição AquaRios com sua ocorrência e abundância nas bacias dos rios Curuá-Una, Xingu e Tapajós, no período de 24/09/2008 a 13/10/2008.

	FAMILIA	TAXONS	Curuá-Una	Tapajós	Xingu	Nº Ind.
Classe Bivalvia	Mycetopodidae	<i>Anodontites trapesialis</i> (Lamarck, 1819)		X	X	2
		<i>Anodontites obtusus</i> (Spix, 1927)	X	X	X	27
		<i>Anodontites tenebricosus</i> (Lea, 1834)			X	3
		<i>Mycetopoda siliquosa</i> (Spix, 1827)		X		2
	Hiridae	<i>Castalia ambigua</i> (Lamarck, 1819)		X	X	89
		<i>Castalia multisucata</i> (Hupé, 1857)		X	X	10
		<i>Rhipidodonta hylaea</i> (Orbigny, 1835)		X		18
		<i>Rhipidodonta rhombea</i> (Wagner, 1827)		X		3
		<i>Rhipidodonta suavídica</i> (Lea, 1856)		X		2
		<i>Rhipidodonta</i> sp.		X		7
	Pisidiidae	<i>Pisidium bolivienense</i> (Sturany, 1900)			X	5
		<i>Pisidium punctiferum</i> (Guppy, 1867)			X	4
		<i>Pisidium sterkiianum</i> (Pilsbry, 1897)		X		1
		<i>Pisidium</i> sp.		X		2
		<i>Eupera bahiensis</i> (Spix, 1827)		X	X	7
Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)		X	X	80	
	Dreissenidae	<i>Mytilopsis</i> sp.			X	88
Classe Gastropoda	Ampullariidae	<i>Asolene petiti</i> (Crosse, 1891)	X	X		30
		<i>Asolene pulchella</i> (Anon, 1839)	X	X	X	35
		<i>Pomacea canaliculata</i> (Lamarck, 1804)	X	X	X	28
		<i>Pomacea lineata</i> (Spix, 1827)	X	X	X	21
		<i>Pomacea scalaris</i> (Orbigny, 1835)		X	X	19
	Thiaridae	<i>Aylacostoma chlorotica</i> (Scott, 1954)		X		644
		<i>Aylacostoma</i> sp.1		X		29
		<i>Aylacostoma</i> sp.2	X	X		82
		<i>Aylacostoma</i> sp.3		X		10
		<i>Melanoides tuberculatus</i> (Müller, 1774)	X	X	X	4609
	Pleuroceridae	<i>Doryssa elongata</i> (Baker, 1913)			X	21
		<i>Doryssa macapa</i> (Moricand, 1856)			X	39
		<i>Doryssa millepunctata</i> (Tryon, 1865)		X	X	115
		<i>Doryssa starksi</i> (Baker, 1913)	X		X	20
		<i>Doryssa</i> sp.1	X	X	X	868
		<i>Doryssa</i> sp.2		X		1601
		<i>Doryssa</i> sp.3		X		60
		<i>Doryssa</i> sp.4		X		24
	Hidrobiidae	<i>Lyrodes latus</i> (Hass, 1949)			X	31
	Ancylidae	<i>Gundlachia</i> sp.1			X	16
<i>Gundlachia</i> sp.2				X	2	
<i>Hebetancylus moricandi</i> (Orbigny, 1837)				X	2	
Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i> (Orbigny, 1835)	X	X	X	6	
	<i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818)	X			1	
	<i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848)	X	X	X	6	

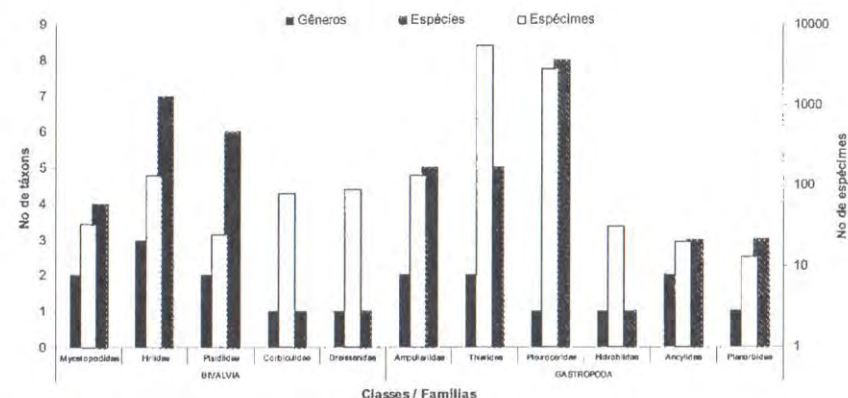


Figura 6-6. Diversidade taxonômica de moluscos Bivalvia e Gastropoda registrados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, no período de 24/09 a 13/10 de 2008.

Apenas *Mytilopsis* sp. apresentou hábito sésil (epilítico), enquanto outras espécies foram sedentárias, habitando sobre ou no interior do sedimento móvel característico das áreas com lama, areia e cascalho ou na interface destes.

A bacia do Tapajós apresentou maior riqueza, com 32 espécies em Ottobacias, seguida pela bacia do Xingu, com 27 espécies em 12 Ottobacias e a bacia do Curuá-Una com 12 espécies em três Ottobacias, (Figura 6-7).

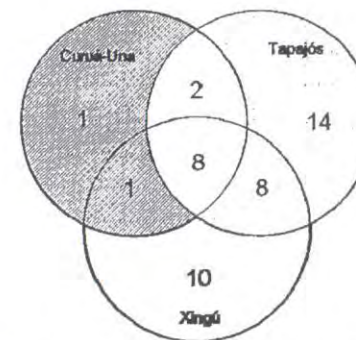


Figura 6-7. Diagrama de Venn, indicando o número de espécies de moluscos compartilhadas entre as três bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingu.

A análise de diversidade e abundância das espécies nas bacias dos rios Xingu, Tapajós e Curuá-Una revelou a ocorrência de grupos exclusivos da malacofauna para

cada uma destas bacias. A espécie *Biomphalaria glabrata* ocorreu exclusivamente na bacia do Curuá-Una. As espécies *Aylacostoma chlorotica*, *Aylacostoma* sp.1, *Aylacostoma* sp.2, *Diplodon* sp., *Doryssa* sp.2, *Doryssa* sp.3, *Doryssa* sp.4, *Mycetopoda siliquosa*, *Pisidium* sp., *P. sterkianum*, *Rhipidodonta hylaea*, *R. rhombea* e *Rhipidodonta* sp. ocorreram exclusivamente na bacia do Tapajós, enquanto as espécies *Anodontites tenebricosus*, *Doryssa elongata*, *D. macapa*, *Gundlachia* sp.1, *Gundlachia* sp.2, *Hebetancylus moricandi*, *Lyrodes latus*, *Mytilopsis* sp., *Pisidium boliviense* e *P. punctiferum* ocorreram exclusivamente na bacia do Xingu.

Das espécies estudadas, oito ocorreram simultaneamente nas três bacias hidrográficas, provavelmente devido à ampla distribuição geográfica apresentada por estas, as quais estão representadas por *Anodontites obtusus*, *Asolene pulchella*, *Biomphalaria straminea* e *B. tenagophila*, *Melanoides tuberculatus*, *Pomacea canaliculata*, *P. lineata* e *Doryssa* sp.1. *Asolene pulchella* não tinha sido registrada para esta região do Brasil, sendo referida anteriormente apenas para as bacias dos rios Paraná e São Francisco. *Doryssa* sp.1 se refere a um táxon provavelmente novo.

Asolene petiti e *Aylacostoma* sp.1 ocorreram apenas nas bacias dos rios Curuá-Una e Tapajós, enquanto *Anodontites trapezialis*, *Castalia ambigua*, *Castalia multisulcata*, *Corbicula fluminea*, *Doryssa millepunctata*, *Eupera bahiensis*, *Eupera* sp. e *Pomacea scalaris* foram comuns as bacias dos rios Tapajós e Xingu.

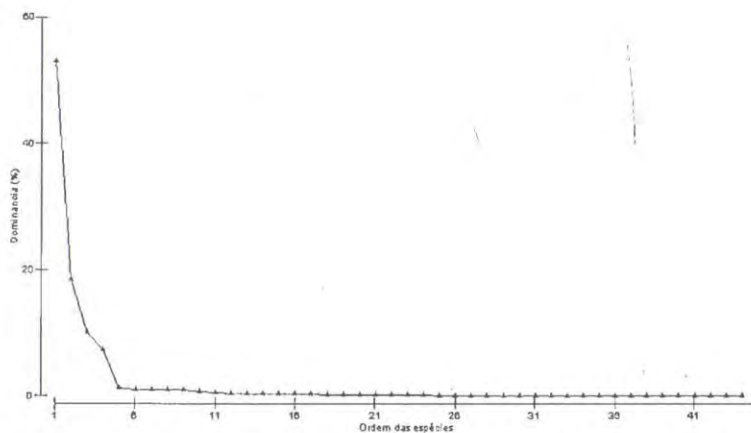


Figura 6-8. Dominância de espécies em relação a abundância de indivíduos para os moluscos do interflúvio Xingu-Tapajós.

A análise de abundância de indivíduos indicou o padrão já esperado de um número reduzido de espécies abundantes e alto número de espécies raras ou pouco abundantes (Figura 6-8). Dentre os táxons mais abundantes, *Melanoides tuberculatus* dominou, com 4.609 exemplares (53,11%), seguida por *Doryssa* spp. com 2.553 exemplares (24,41%) e por *Aylacostoma chlorotica*, com 644 (7,42%). Todas as outras espécies apresentaram um percentual de contribuição menor que 1,4%. Jesus *et al.* (2009) relataram que o gênero *Doryssa* foi o táxon mais abundante na parte média do Rio Xingu, com densidades entre 774 e 1555 ind/m².

De forma geral, no Tapajós encontrou-se uma grande variação na riqueza de espécies entre as 22 Ottobacias estudadas. Já na bacia do rio Xingu, ocorreu maior homogeneidade na diversidade de espécies entre as Ottobacias, enquanto na bacia do Curuá-Una a diversidade de espécies para a Ottobacia 4362 superou a riqueza de todas as Ottobacias do Xingu (Figura 6-9).

Melanoides tuberculatus apresentou o maior amplitude de distribuição espacial, ocorrendo em 12 Ottobacias, seguido por *Dorysa* sp.1 e *Pomacea canaliculata* em sete Ottobacias, *Anodontites obtusus* em seis Ottobacias e por *Asolene petiti* e *Doryssa millepunctata* que ocorreram em cinco Ottobacias.

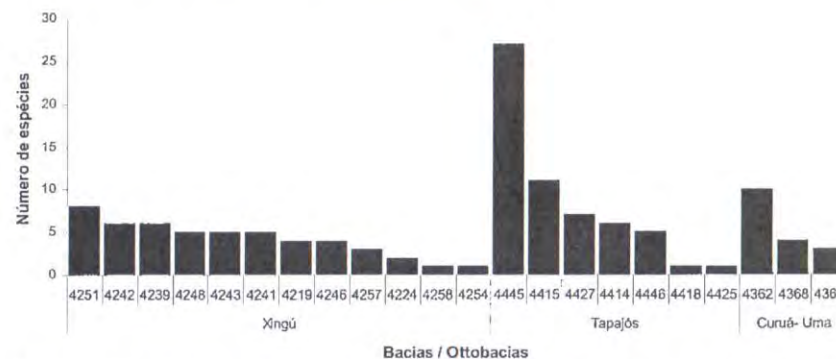


Figura 6-9. Diversidade de espécies registrada por Ottobacia hidrográfica.

Através das análises de agrupamento e de MDS foi possível identificar maior similaridade entre os pontos de coleta da bacia do Tapajós e com o Xingu (Figura 6-10 e Figura 6-11). De 32 espécies registradas para o Tapajós e 27 espécies para o Xingu, cerca de 50% (16 espécies) são compartilhadas pelas duas bacias.

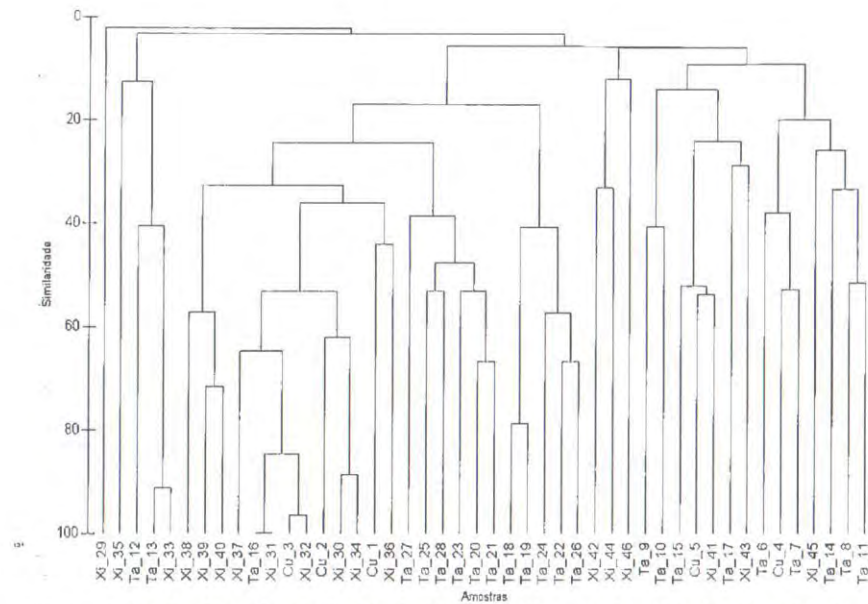


Figura 6-10. Análise de similaridade (Bray Curtis, quarta raiz) da diversidade de moluscos das bacias estudadas no interflúvio Xingu-Tapajós.

As curvas acumulativas da riqueza de espécies através dos estimadores Jackknife1 e Bootstrap não mostraram que, com o esforço aplicado, tenha sido atingida a assíntota esperada para as três bacias estudadas. Isto indica que é necessário um maior esforço de campo para obter a riqueza esperada de táxons (Figura 6-12 a Figura 6-14). Na comparação das curvas de rarefação observou-se um forte efeito do esforço em relação ao aumento da diversidade de espécies, e espera-se que com futuros estudos sejam atingidos máximos muito próximos para as bacias Xingu e Tapajós (Figura 6-15).



Figura 6-11. Análise de MDS da diversidade de moluscos das bacias estudadas na Ecorregião Xingu-Tapajós.

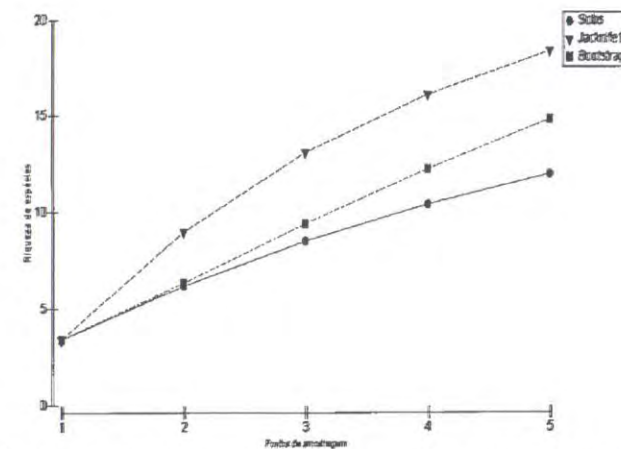


Figura 6-12. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Curuá-Una.

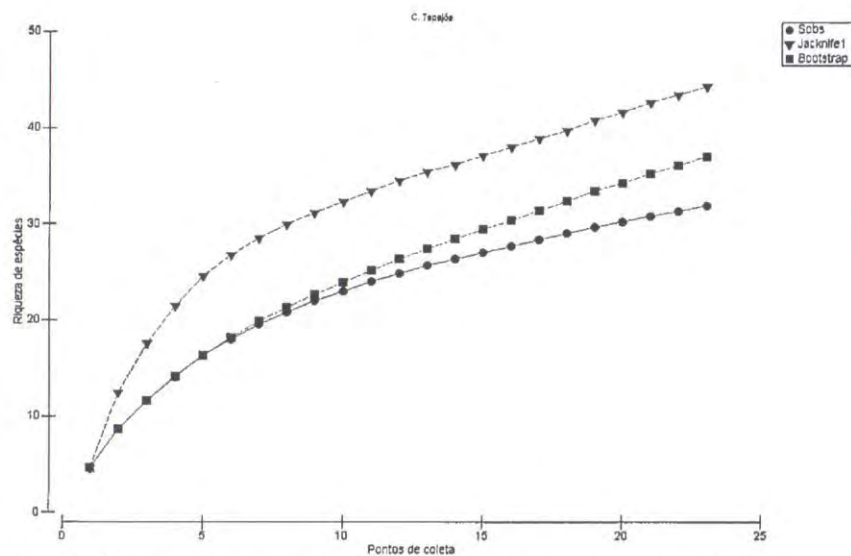


Figura 6-13. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Xingu.

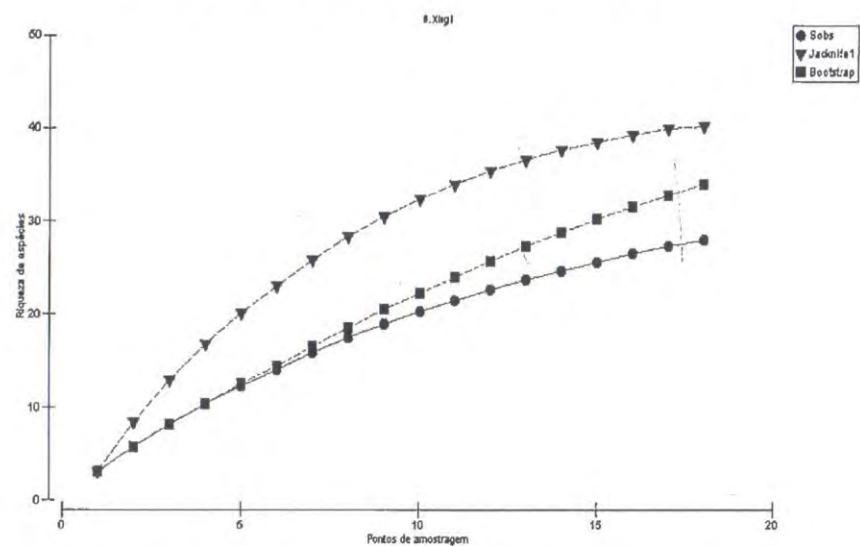


Figura 6-14. Curvas dos estimadores de riqueza de espécies da bacia do Tapajós.

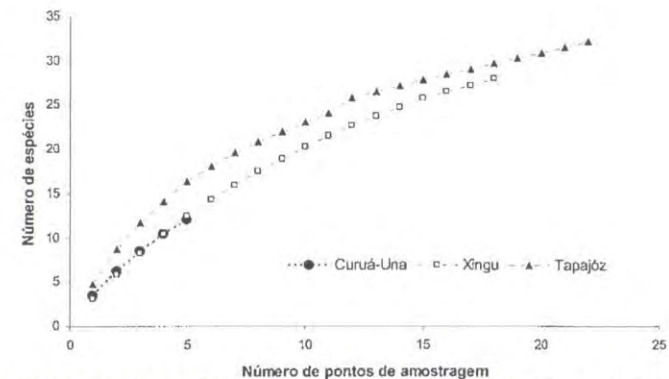


Figura 6-15. Curvas de rarefação de espécies para as três bacias estudadas.

6.3.2 Espécies nativas e introduzidas

De 44 táxons registrados para a área de estudo, apenas dois foram exóticos. A bacia do rio Tapajós apresentou a maior riqueza de táxons nativos (30 espécies) com 3.479 indivíduos (94 %) e duas espécies exóticas com 231 indivíduos (6 %). A bacia do rio Xingu apresentou a segunda maior riqueza de táxons nativos (25), com 437 indivíduos (9 %) e duas espécies exóticas com 4423 indivíduos (91 %). Deste total, apenas dois espécimes pertenceram a *Corbicula fluminea* e os demais a *Melanooides tuberculatus* (Figura 6-16). Esta segunda espécie, de origem afro-asiática, já foi anteriormente registrada nos rios Tocantins e Tapajós (Fernandez *et al.*, 2003). Por sua alta capacidade invasora estas espécies alienígenas introduzidas no Brasil se tornam um perigo por competir com espécies nativas mais vulneráveis.

No rio São Francisco, Barros (2007) registrou densidade média de 282,9 ind./m² e máxima de 2.386 ind./m² de *Corbicula fluminea*, citando que as maiores densidades registradas foram obtidas nas margens. *Melanooides tuberculatus* por sua vez ocorreu com densidade média 113,1 ind./m² e máxima de 570 ind./m², principalmente nos ambientes profundos. Neste estudo, de forma diferente, esta espécie predominou em ambientes marginais, tal como foi registrado por Jesus *et al.* (2009).

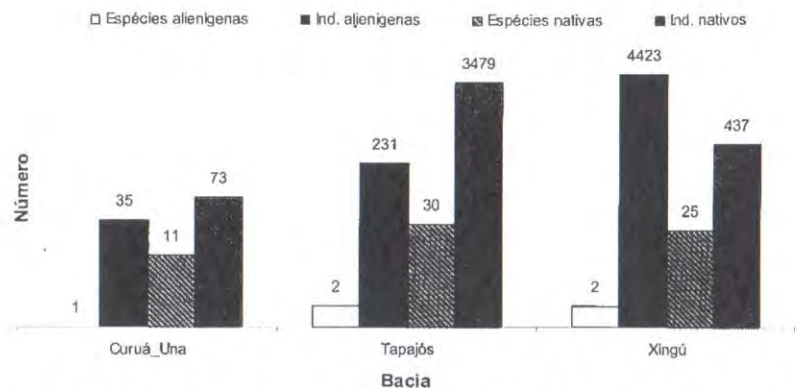


Figura 6-16. Relação dos táxons de moluscos nativos e exóticos entre as bacias Curuá-Una, Tapajós e Xingú.

A introdução de espécies exóticas pode conduzir à perda da diversidade natural e alterar o funcionamento dos ecossistemas, sendo que a extinção das espécies nativas, devido a alta capacidade de colonização das invasoras é uma das conseqüências mais graves. Avelar (1999) alertou sobre o caso de *Melanoides tuberculatus*, que vem invadindo rapidamente os ambientes naturais desde a década de 70 e dispersando-se em diversas bacias hidrográficas, incluindo a amazônica. Esta espécie é capaz de colonizar uma ampla variedade de habitats, em corpos de água de diversos graus de trofia, desde levemente salinas, até ambientes oligohalinos, em altitudes de até 1.500 m, sendo ainda resistentes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Dudgeon, 1986).

6.3.3 Análise de áreas de endemismo

Com base nos registros de distribuição geográfica das espécies endêmicas *Doryssa heathi* e *Doryssa starksi* evidenciou-se que a bacia do Xingú junto com a sub-drenagem do Curuá-Iriri definem uma grande área de endemismo para os moluscos – gastrópoda (Figura 6-17). Estas espécies apresentam ampla distribuição geográfica, porém sua distribuição agregada e com sobreposição das duas espécies nas superfícies rochosas marginais confere um certo grau de fragilidade de conservação a suas populações naturais (Jesus et al., 2009).

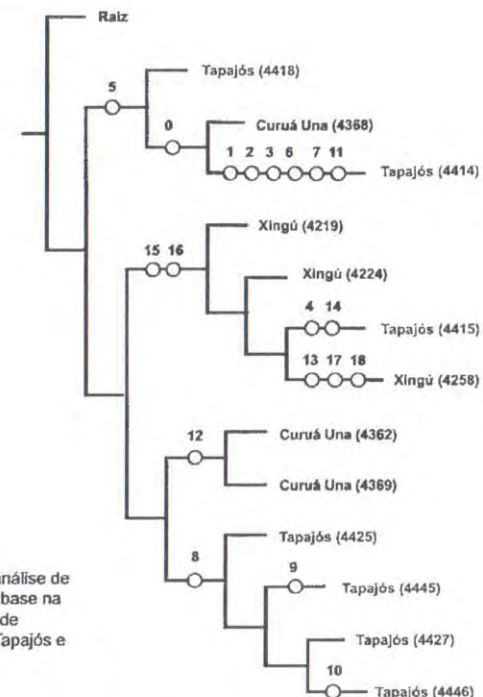


Fig. NN. Cladograma resultante da análise de endemismo mais parsimoniosa com base na ocorrência das espécies endêmicas de moluscos para as bacias do Xingú, Tapajós e Curuá-Una. (○ espécies endêmicas)

Figura 6-17. Cladograma resultante da Análise de Parcimônia de Endemismo com base na ocorrência das espécies endêmicas de moluscos para as bacias dos rios Xingú, Tapajós e Curuá-Una.

Uma área que também se mostrou com um importante número de espécies endêmicas (*Aylacostoma* sp., *Aylacostoma* sp.2, *Diplodon* sp., *Doryssa* sp.3, *Doryssa* sp.5, *Pisidium* sp.) correspondeu à sub-drenagem do rio Cupari no sistema do rio Tapajós. A análise também mostrou uma possível área de endemismo identificada para o Tapajós com a co-ocorrência da espécie *Aylacostoma* sp.3 entre as sub-drenagens do Jamanxin e do rio Teles Pires. Assim toma-se importante maior esforço para confirmar a ocorrência de novas espécies nestes rios.

6.4 Associação entre variáveis ambientais e abundância das espécies

Com relação à preferência por substrato, *Aylacostoma* sp.2, *Doryssa elongata*, *D. macapa*, *Mytilopsis* sp. e *Pisidium sterkianum* ocorreram exclusivamente em substratos sólidos. Os substratos inconsolidados como areia, lodo, argila apresentaram

uma maior representatividade de moluscos (54,2%), seguida pelos de substratos consolidados com interface de sedimentos (33,3%) (Figura 6-18).

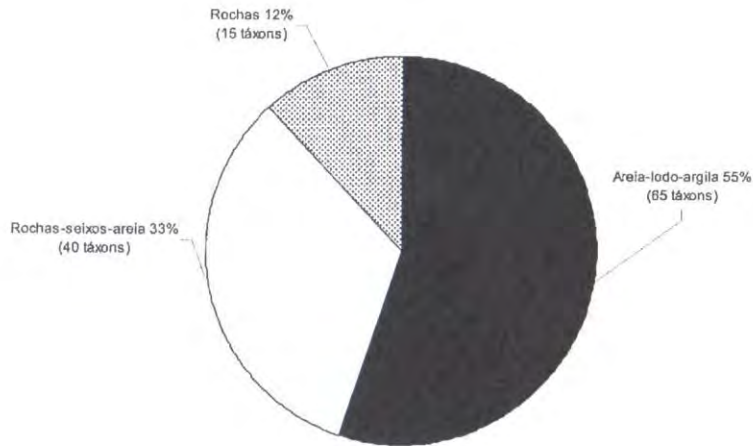


Figura 6-18. Relação numérica dos táxons de moluscos e o tipo de substrato das estações de amostragem na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

O predomínio de vegetação aquática parece condicionar a presença da malacofauna nas bacias analisadas, apresentando uma relação direta, segundo a qual quanto maior a quantidade de vegetação maior a ocorrência de moluscos (Figura 6-19).

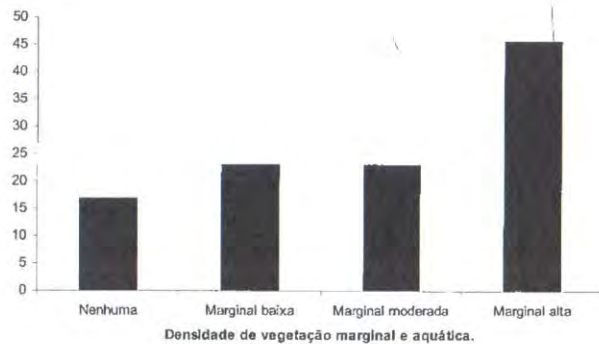


Figura 6-19. Distribuição percentual da ocorrência de moluscos associada a quantidade de vegetação marginal e aquática.

Com base nas espécies mais abundantes e aquelas com maior número de réplicas de parâmetros ambientais, a CCA mostrou que sete espécies apresentaram uma forte correlação com a concentração de ferro disponível na água. Já outros parâmetros, tais como ortofosfato, cloreto e pH, correlacionaram-se de forma mais significativa com a abundância de *Doryssa* sp.2. Outras espécies, como *Doryssa millepuctata* e *Castalia ambigua*, apresentaram correlação com a amônia, porém esta não foi significativa (Figura 6-20).

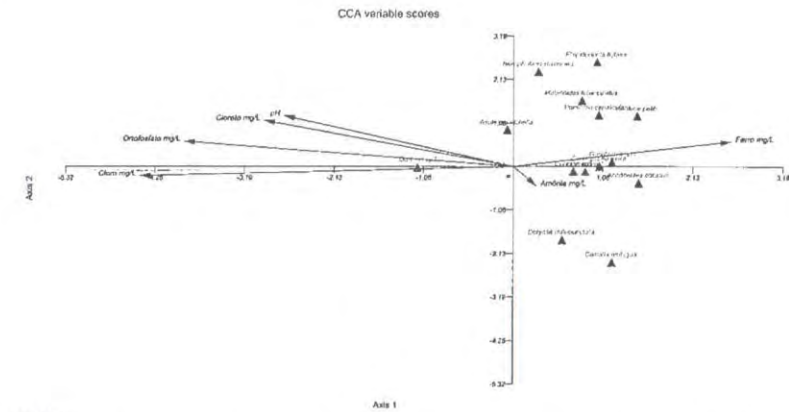


Figura 6-20. Análise de Correspondência Canônica de alguns parâmetros químicos da água nos ambientes estudados.

6.5 Considerações finais

A extinção da malacofauna nativa tem sido observada em várias partes do mundo, inclusive em áreas de grande importância para conservação, onde o endemismo é marcante. A degradação ambiental e a introdução de espécies invasoras constituem as principais causas desse problema. As bacias do Xingu, do Tapajós e do Curuá-Una estiveram de, forma geral, bem representadas pela malacofauna nativa, com riqueza de espécies superior numericamente a muitas outras já estudadas no Brasil. Assim, a riqueza deste grupo ainda ocorreu em níveis sustentáveis nos ambientes estudados da ecoregião.

As análises de diversidade dos táxons e a sua distribuição geográfica identificaram uma alta similaridade entre as bacias do Tapajós e do Xingu, demonstrando que existe alto grau de compartilhamento da malacofauna. Os resultados evidenciaram o

forte efeito do esforço amostral sobre as estimativa da diversidade de espécies, indicando que possivelmente ainda é previsível achar novos táxons nestas duas bacias.

As hipóteses geradas através da análise de PAE indicaram duas importantes áreas de endemismo no sistema do Xingu e Tapajós. Por sua vez, o compartilhamento de espécies endêmicas entre as bacias, como foi o caso do Xingu – Tapajós, e Curuá-Una – Tapajós, possivelmente evidencia processos biogeográficos comuns.

Apesar da ameaça eminente, as áreas estudadas no interflúvio Xingu-Tapajós, ainda apresentam uma situação qualitativa equilibrada em relação às espécies exóticas ou invasoras. Porém, é previsível uma alteração nas proporções de espécies nativas e exóticas, principalmente na bacia do Xingu no caso específico de *Melanoides tuberculatus*, que possui ampla distribuição entre as Ottobacias estudadas. Este cenário poderá ser melhor evidenciado com algum tipo de perturbação dos ambientes naturais que possam favorecer as espécies alienígenas sobre as nativas.

O panorama revelado pelas espécies invasoras refletiu o triste cenário de ampla degradação ambiental constatada durante a expedição de campo. Deste modo, podemos utilizar a malacofauna como indicador das condições ambientais da Ecorregião de forma a contribuir com estratégias que visem à conservação de sua biodiversidade.

Os registros de táxons potencialmente endêmicos para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós podem ser indicadores para a definição de novas áreas de conservação. Por sua vez, a falta de conhecimento taxonômico mais aprofundado sobre a malacofauna local evidencia a necessidade de realização de novos inventários que permitam confirmar os resultados apresentados e da definição de medidas de prevenção e controle de invasões biológicas.

6.6 Agradecimentos

Aos alunos de graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia; Maria de Nazaré da Silva Nascimento, Ilenilce Castro da Silva, Ellison Rosario de Oliveira, Kellice Feitosa de Araujo, Iwanne Lima Coelho, Gerson Moreira Barros, Carlos Augusto Ramos Cardoso, pela valiosa ajuda na triagem das amostras de moluscos da expedição AquaRios. Ao Dr. Jose Souto Rosa Filho, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, pelo empréstimo de materiais para coleta em campo e disponibilizar o laboratório de Oceanografia biológica para triagem das amostras. Ao Dr. Franklin Noel dos Santos, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, pela orientação para as coletas de campo, triagem da vegetação aquática e identificação taxonômica dos moluscos Bivalvia. Dr. Luiz Ricardo L. Simone do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pela identificação taxonômica dos moluscos. Ao aluno de graduação Wilson

Antonio Gomes da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela preparação, conservação e catalogação dos moluscos da expedição AquaRios ao acervo do Museu de Malacologia da UFRPE.

6.7 Literatura citada

- ANA, 2008. Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas. Brasília. Brasil. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em 1/08/2008.
- Avelar, W.E.P. 1999. Moluscos Bivalves. p.65-68. *In*: Ismael, D.; Valenti, W. C.; Matsumura-Tundisi, T.; Rocha, O. (eds.) Biodiversidade do Estado de São Paulo. Invertebrados de Água Doce. São Paulo, FAPESP. vol. 4.
- Barros, J.C.N de. 2007. Inventário da malacofauna limnética do submédio e baixo São Francisco, visando identificar a presença de espécies exóticas. Relatório técnico final apresentado a Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF. 95 p.
- Boffi, A.V. 1979. Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico. São Paulo, Hucitec. 128p.
- Bonetto, A.A. 1964. Las especies del genero Diplodon (Moll. Unionacea) en los Rios de la pendiente atlántica del sur del Brasil. *Physis* 68:323-328.
- Burch, J. B. 1962. How to know the Eastern land snails. *Bubuque*, W. M. C. Brown. 215p.
- Domaneschi, O.; Myiaji, C.; Tadei, M. 1992. Malacofauna da Cidade Universitária "Armando Salles Oliveira" – USP I. Moluscos de ambientes limnicos. *Bolm. Zool.* 15:1-39.
- Dudgeon, D. 1986. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiariidae) in Hong Kong. *Journal of Zoology* 208:37-53.
- Fenandez M.; Thiengo, S.; Simone, L.R.L. 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda:Thiariidae) in Brazil. *Nautilus* 117:78-82.
- Goloboff, P. 1993. Nona Ver. 2.0 for Windows. Disponível em <http://www.cladistics.com>. Acesado em out. 2009.
- Haas, Von F. 1939. Neue Binnen-Mollusken aus Nordost-Brasilien. *Senckenbergiana* 21(3-4):254-278.
- Haas, Von F. 1969. Superfamily Unionacea Fleming, 1828. p.411-467. *In*: Moore, R.C. (ed.) & Teichert, C. (ver. ed.) Treatise on invertebrate paleontology. Kansas, Geological Society America. v.1.

- Jesus, A.J.S.; Costa, T.; Camargo, M. 2007. Registros de moluscos Gastropoda no médio rio Xingu-Pará. *Revista Uakari* 3:96-103.
- Jesus, A.J.S.; Camargo, M.; Aquino, T.C.H. de; Barros, E. 2009. Capítulo IV - Macroinvertebrados aquáticos. p.157-192. *In*: Camargo, M. & Guilhard Jr., R. (eds.) *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio Rio Xingu: uma abordagem ecológica*. Belém. 329p.
- Keen, M. & Casey, R. 1969. Superfamily Corbiculacea Gray, 1847. p.664-670. *In*: Moore, R.C. (ed.) & Teichert, C. (ver. ed). *Treatise on invertebrate paleontology*. Kansas, Geological Society of America. v.2.
- Macan, T.T. 1949. A key to British fresh and brackish-water gastropods with notes on their ecology. *Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ.* 13:1-45.
- Mansur, M.C.D. 1969. Chave dicotômica para determinação dos gêneros de moluscos bivalves do Guaíba – P. Alegre. *Boletim do Centro de Treinamento para professores de Ciências do Rio Grande do Sul* 4:9-13.
- Mansur, M.C.D.; Schulz, C.; Garces, L.M.M.P. 1987. Moluscos bivalves de água doce: identificação dos gêneros do sul e leste do Brasil. *Acta Biológica Leopoldina* 2:181-202.
- Morrone, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* 43:438-441.
- Nixon, K. 2002. WinClada Ver. 1.00.08. Disponível em <http://www.cladistics.com>. Acessado em out. 2009.
- Pena, L. & Leme, J.L.M. 1984. Moluscos de água doce. *In*: *História Natural dos organismos aquáticos do Brasil*. p.253-264.
- Pittoni, V.L.; Veitenheimer, I. L.; Mansur, M.C. D. 1976. Moluscos do Rio Grande do Sul: coleta, preparação e conservação. *Iheringia* 5: 25-68.
- Simone, L.R.L. de. 2006. *Land and freshwater molluscs of Brazil*. São Paulo, FAPESP. 390p.
- Thorp, J.H. & Covich, A. P. 1991. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. San Diego, Academic Press. 911p.
- Zilch, A. 1959-1960 *Eulhyneura*. *In*: Wenz, W. *Gastropoda*. Berlin, Gebruder Borntraeger. V. 2, 834p.

7 INVENTÁRIO DA ICTIOFAUNA DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Paulo Andreas Backup, Marcelo Ribeiro Britto, José Rodrigues Gomes, José Luís Oliván Birindelli, Flávio César Thadeo de Lima, Javier A. Maldonado-Ocampo, Cláudio Henrique Zawadzki, Fernando Rogério de Carvalho, Fernando Camargo Jerep, Carine Cavalcante Chamon, Lucas Castello Costa de Fries, Leandro Villa-Verde, Maurício Camargo, Rosana Souza-Lima, Renata Bartolette, Juliana Mariani Wingert

7.1 Introdução

Como parte das atividades do projeto interdisciplinar "Delineamento da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós" realizou-se um amplo inventário da ictiofauna da porção norte da Ecorregião-Aquática Xingu-Tapajós. Esta região foi priorizada em função das análises já apresentadas de critério de seleção de áreas e visou completar o inventário realizado no Estado de Mato Grosso em 2002 pela Expedição Brasil Central, no âmbito do projeto coordenado por Naércio A. Menezes, com apoio do Programa de Núcleos de Excelência apoiado pela FINEP e CNPq (Backup, 2001). Neste capítulo apresentamos os principais resultados do inventário ictiofaunístico do Projeto AquaRios.

7.2 Material e Métodos

Foram realizadas amostragens de peixes em 111 pontos de coleta, abrangendo o Estado do Pará e o extremo norte do Estado de Mato Grosso, nas bacias dos rios Tapajós (52 amostragens), Xingu (48 amostragens) e Curuá-Una (9 amostragens), no período de 24 de setembro a 12 de outubro de 2008 (Figura 7-1).

Os ambientes amostrados incluíram igarapés (67 amostragens), rios de pequeno porte (12 amostragens) e margens de grandes rios (30 amostragens). Além disto, foram amostrados os tanques de duas empresas exportadoras de peixes ornamentais, em Altamira e Itaituba, respectivamente.

A maior parte das amostragens de peixes foi realizada por equipes de quatro a cinco pessoas utilizando puçás, redes de arrasto manual (picarés), tarrafas e redes de espera com esforço de captura padronizado em aproximadamente uma hora de atividade de pesca.

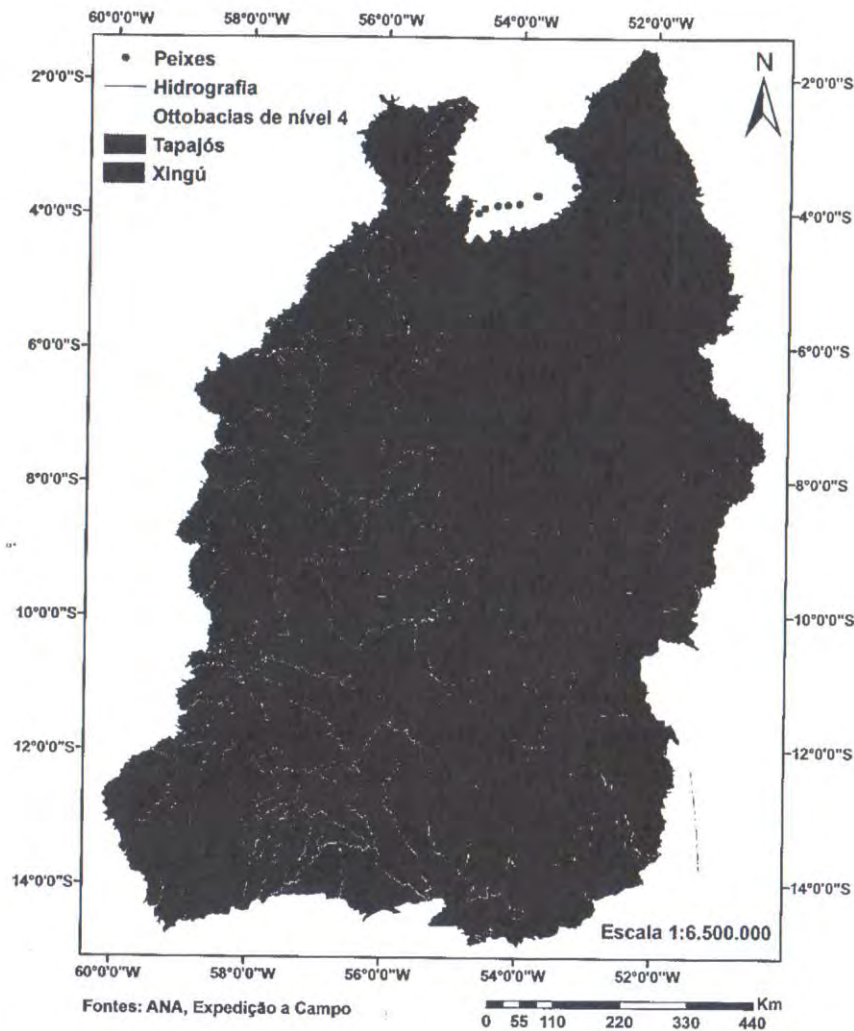


Figura 7-2. Locais de amostragem de peixes.

Cada equipe contou com dois puçás com tela de nylon, três tarrafas e um conjunto de redes de arrasto de 2, 3 e 5 m de comprimento para uso em igarapés, e de 10, 15 e 30 m de comprimento para uso em rios de maior porte, tendo por objetivo a padronização das coletas. Ocasionalmente foram utilizadas equipes maiores ou realizadas amostragens exclusivamente com tarrafas de malha de 15 mm (cinco pontos de amostragem), redes de espera (um ponto de amostragem), espinhel (um ponto de

amostragem) ou linha e anzol (um ponto de amostragem). As amostragens foram realizadas em pontos acessíveis por camionetes, exceto aquelas realizadas na região da ilha Ariosto, no rio Teles Pires, e nas proximidades de São Félix do Xingu, no rio Xingu, onde foram utilizados barcos como meios de transporte. As coletas foram realizadas predominantemente no período diurno (98 pontos de amostragem).

O material coletado foi fixado em formalina 10 % e transferido para etanol 70 % no momento da triagem em laboratório, exceto uma pequena amostra (3,1 %) que foi fixa em etanol anidro para eventuais estudos moleculares. As espécies que não puderam ser identificadas como táxons previamente descritos foram identificadas através de nomes provisórios e caracterizadas em fichas, de forma a assegurar a correlação entre espécies de diferentes amostragens. Todos os exemplares foram depositados na Coleção Ictiológica do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ).

Para análise dos padrões de endemismo as amostras foram inicialmente agrupadas de acordo com sua inserção nas Ottobacias de nível 4, tal como definidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2006, 2007). Este agrupamento visou diminuir o erro amostra inerente a amostras individuais. Um cladograma de relações biogeográficas entre áreas de endemismo foi produzido através do método da Análise de Parcimônia de Endemismo proposto por Rosen (1988), e discutido por Rosen & Smith (1988), Cracraft (1991) e Rosen (1992). A análise de parcimônia foi realizada através do programa Hennig86 (Farris, 1988).

7.3 Resultados e Discussão

7.3.1 Diversidade

Foram coletados 50.810 indivíduos, pertencentes a 455 espécies de peixes nativos e uma espécie de origem africana. O material coletado representa 2.628 ocorrências distintas de espécies de peixes, das quais 97,2 % puderam ser inequivocamente identificadas. Uma pequena parcela do material (74 lotes) não foi identificada por se tratarem de jovens ou fêmeas em que as características diagnósticas não estão desenvolvidas ou, ainda, de formas do gênero *Creagrutus* cuja variabilidade na região amostrada não permitiu a caracterização de espécies. As espécies ocorrentes em amostragens padronizadas estão listadas no Anexo IV.

Considerando-se apenas as 101 amostras realizadas com esforço de captura padronizado, a riqueza média foi de 23,8 espécies por localidade. Os maiores valores de riqueza de espécies foram registrados na drenagem do rio Trairão, um tributário do rio da Ponte, drenagem do rio Fresco, na bacia do Xingu, onde a riqueza máxima foi registrada na estação AR2008100901A, cerca de 15 km ao sul de Cumarú do Norte, PA, no próprio

rio Trairão, onde foram capturadas 55 espécies. Na bacia do Tapajós, a maior riqueza foi registrada na estação AR2008093001B no rio Jamanxim próximo à cidade de Novo Progresso, PA, onde foram registradas 47 espécies.

As espécies coletadas pertencem a 11 ordens de Actinopterygii e uma ordem (Rajiformes) de Chondrichthyes. A Ordem Characiformes representa 50 % das espécies nativas coletadas, seguida pelos Siluriformes com 147 (32 %), Perciformes com 44 (10 %), Gymnotiformes com 18 (4 %), Clupeiformes com 7 (2 %) e Cyprinodontiformes com 6 (1 %) espécies. As demais ordens estão representadas por apenas uma espécie.

Trinta e oito famílias de peixes estão representadas no material coletado. As famílias Characidae, Loricariidae, Cichlidae, Callichthyidae e Anostomidae apresentaram as maiores diversidades, estando representadas por 156 (34 %), 83 (18 %), 39 (9 %), 22 (5 %) e 21 (5 %) espécies, respectivamente. As demais famílias estiveram representadas por menos de 20 espécies cada uma, sendo que sete famílias estiveram representadas por apenas uma espécie.

A presença de tilápias (*Oreochromis* sp.) foi detectada em uma única localidade na bacia do Tapajós às margens da rodovia BR-163 (km 81). A baixa diversidade de peixes detectada neste local (apenas duas espécies nativa) ilustra o efeito deletério desta espécie, de origem africana, sobre a ictiofauna nativa.

7.3.2 Abundância

Considerando-se apenas as 101 amostragens realizadas com esforço de captura padronizado, a abundância média foi de 496,2 exemplares e a abundância média por espécie foi de 23,99 exemplares por amostra. Nestas amostras, as espécies mais frequentes foram *Characidium zebra* (63 ocorrências), *Hoplias malabaricus* (44 ocorrências), *Cyphocharax spilurus* (42 ocorrências), *Jupiaba polylepis* (41 ocorrências), *Phenacogaster* sp. 1 (41 ocorrências) e *Moenkhausia collettii* (39 ocorrências). No entanto, apenas *Phenacogaster* sp. 1 aparece entre as cinco espécies mais abundantes. As demais espécies ocorreram em menos de 39 estações de amostragem, sendo que 136 espécies ocorreram em apenas uma estação de coleta. Destas últimas, 57 estiveram representadas por apenas um indivíduo, o que demonstra uma distribuição bastante heterogênea da diversidade e abundância das espécies de peixes ocorrentes na área.

As espécies mais abundantes nas amostras padronizadas foram *Serrapinnus* sp. 1 (4.240 exemplares), *Moenkhausia lepidura* (2.255 exemplares), *Knodus* sp. 3 (1846 exemplares), *Phenacogaster* sp. 1 (1.793 exemplares) e *Corydoras splendens* (1778 exemplares).

7.3.3 Padrões de endemismo

Das 455 espécies coletadas na área de estudo, apenas 50 apresentaram distribuição ampla, ocorrendo nas três bacias amostradas. Na bacia do Xingu ocorreram 288 espécies sendo que 128 (44,4 %) foram coletadas exclusivamente nesta bacia, e na bacia do Tapajós ocorreram 305 espécies, sendo 141 (46,2 %) exclusivas. Na bacia do rio Curuá-Una, foram coletadas apenas 81 espécies, o que pode ser explicado pelo tamanho consideravelmente menor desta bacia. Proporcionalmente, no entanto, o número de espécies coletadas exclusivamente nesta bacia foi ainda menor, visto que as 17 espécies exclusivas desta bacia representaram apenas 21,0 % da sua ictiofauna. A ictiofauna da bacia do Curuá-Una é dominada por espécies de ampla distribuição, as quais representaram 61,7 % da ictiofauna desta bacia, e apenas 17,3 % e 16,4 % das espécies presentes no Xingu e no Tapajós, respectivamente.

As bacias dos rios Xingu e Tapajós compartilham 155 espécies de peixes capturados no estudo. Embora deste número seja quase três vezes maior do que o número de espécies compartilhadas entre estas bacias e a bacia do Curuá-Una, índice de similaridade faunística de Simpson (1960) foi 53,8 %, valor relativamente baixo, se comparado à similaridade entre as bacias do Xingu e do Curuá-Una (67,9 %) e à similaridade entre esta última e a bacia do Tapajós (72,8 %).

A Análise de Parcimônia de Endemismo de 550 espécies nativas, incluindo 277 espécies (62%) com distribuição informativa para a análise, ocorrentes em 28 Ottobacias de quarta ordem, tal como definidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2006, 2007), resultou em uma única hipótese mais parcimoniosa com 1.114 passos (origens e/ou desaparecimento de espécies), índice de consistência 0,40 e índice de retenção 0,37. O cladograma de áreas (Figura 7-3) revelou que as áreas de endemismo não coincidem com os limites das grandes bacias, existindo significativa diferenciação entre as sub-bacias (Figura 7-4).

Embora a bacia do Curuá-Una seja dominada por espécies de ampla distribuição, as três Ottobacias de nível 4 amostradas nessa bacia formam um conjunto monofilético, indicando que a bacia é relativamente bem definida como área de endemismo apesar do baixo número de espécies endêmicas. As bacias do Tapajós e Xingu, no entanto, não formam unidades monofiléticas. Algumas subunidades da bacia do Tapajós estão mais relacionadas à bacia do Curuá-Una do que a outras sub-unidades do Tapajós.

A região da Serra do Cachimbo destacou-se pela elevada diversidade e endemismo, o qual é compartilhado entre as cabeceiras do Curuá (tributário do rio Iriri, na bacia do Xingu) e do rio do Braço (pertencente à bacia do Tapajós). Na bacia do Xingu, o

conjunto de Ottobacias associadas ao rio Fresco também forma uma área de endemismo bastante coeso (Figura 7-4).

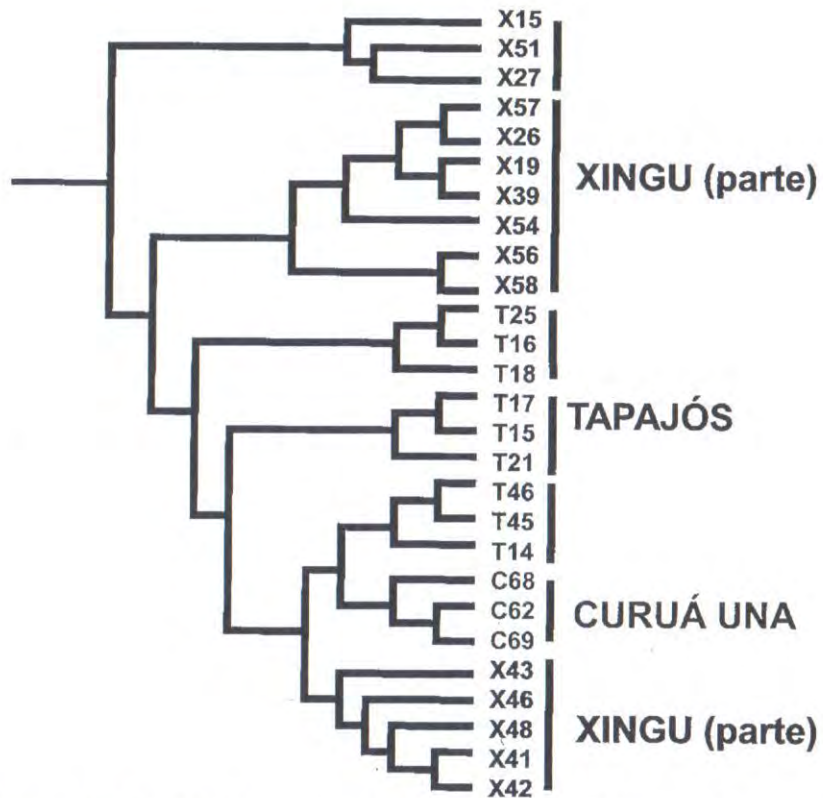


Figura 7-3. Análise de Parcimônia de Endemismo de Peixes na Ecorregião Aquáticas Xingu Tapajós. Os códigos representam sub-bacias (Ottobacias) de quarto nível conforme definição da Agência Nacional de Águas (ANA, 2006, 2007). Os dois primeiros dígitos do código identificador das bacias foram substituídos pela letra correspondente à bacia de segunda ordem: C – Curuá-Una; T – Tapajós; X – Xingu. As linhas verticais vermelhas indicam grupos monofiléticos (áreas de endemismo) distintos.

As relações entre diferentes conjuntos de subunidades do Xingu e do Tapajós, além de confirmarem a existência de complexas relações entre as duas bacias, sugerem a necessidade de refinamento dos limites da ecorregião e do reconhecimento de subregiões baseado em padrões de endemismo de peixes. A Ottobacia T14, por exemplo, é vizinha à bacia do Curuá-Una e coerentemente pertence ao grupo de áreas associado àquela bacia, porém o mesmo grupo inclui a área de endemismo do rio Teles Pires que é geograficamente distante (Figura 7-4).

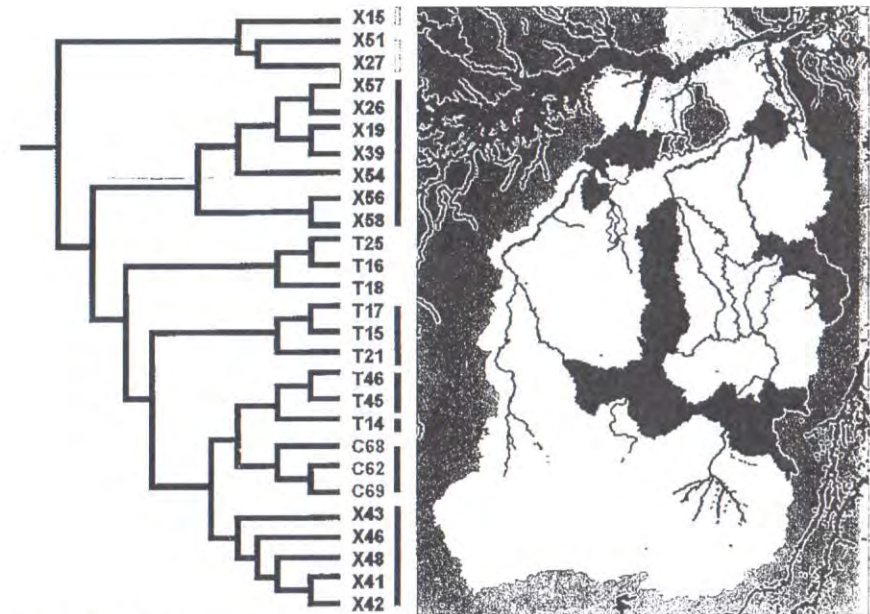


Figura 7-4. Distribuição espacial de áreas mutuamente exclusivas de endemismo de peixes estabelecidas com base na Análise de Parcimônia de Endemismo de Ottobacias amostradas no presente estudo. As cores indicadas no mapa correspondem aos grupos de Ottobacias indicados por barras verticais no cladograma de áreas.

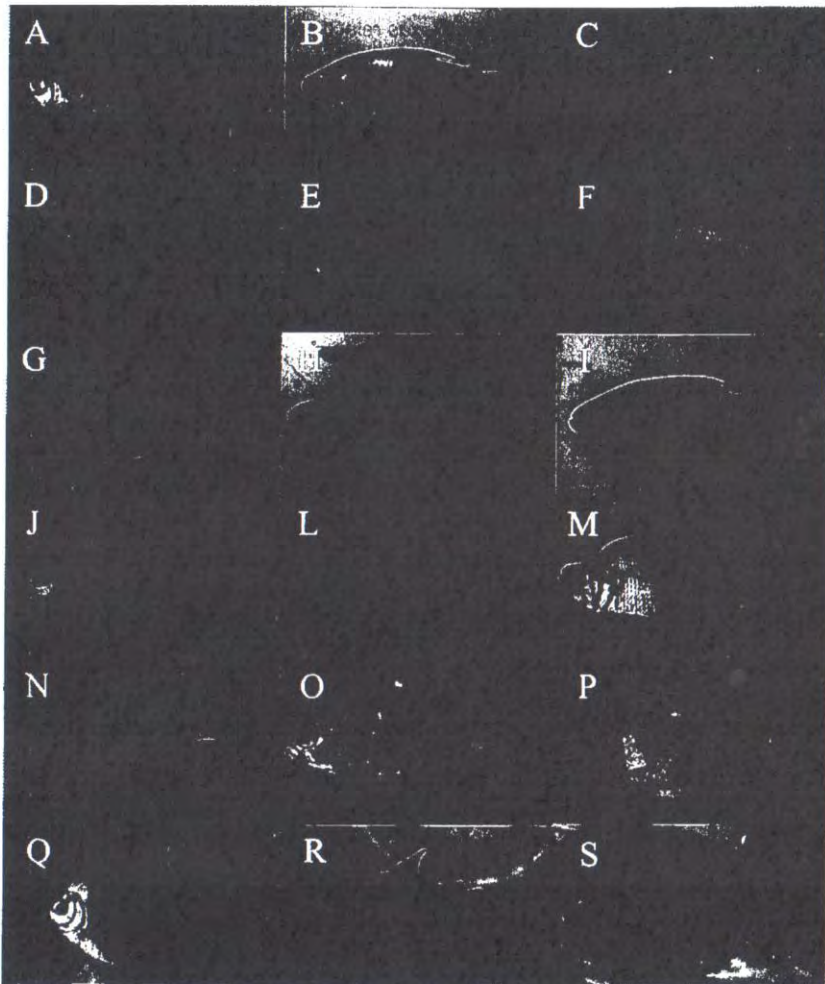


Figura 7-5. Characiformes coletados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A. *Thayeria boehlkei*. B. *Jupiaba acanthogaster*. C. *Moenkhausia collettii*. D. *Hemigrammus* sp. aff. *H. geisleri*. E. *Hyphessobrycon* sp. F. *Astyanax bimaculatus*. G. *Moenkhausia comma*. H. *Jupiaba* sp. I. *Moenkhausia oligolepis*. J. *Bryconops* sp. L. *Hemibrycon surinamensis*. M. *Charax* sp. N. *Acestrorhynchus falcatus*. O. *Brycon falcatus*. P. *Myloplus torquatus*. Q. *Myleus setiger*, R. *Leporinus friderici*. S. *Leporinus julii*.

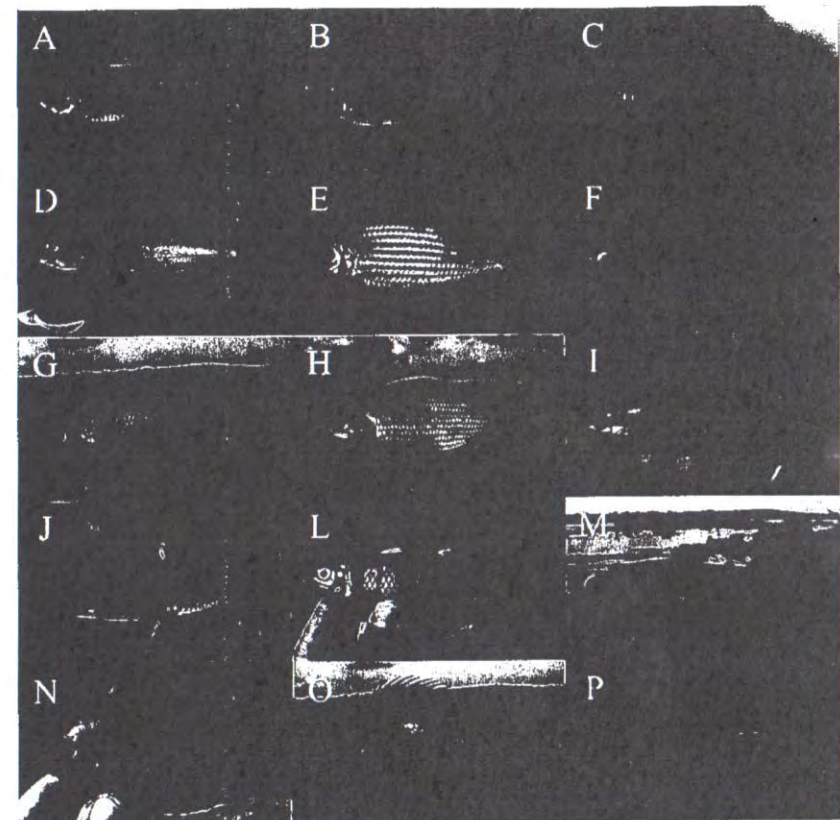


Figura 7-6. Characiformes e Perciformes coletados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A. *Bryconops* sp. B. *Jupiaba acanthogaster*. C. *Jupiaba polylepis*. D. *Acestrorhynchus falcatus*. E. *Cyphocharax* sp. F. *Chilodus punctatus*. G. *Hemiodus vorderwinkleri*. H. *Prochilodus nigricans*. I. *Anostomus ternetzi*. J. *Leporinus friderici*. L. *Leporinus maculatus*. M. *Leporinus julii*. N. *Heros severus*. O. *Satanoperca jurupari*. P. *Teleocichla* sp.



Figura 7-7. Siluriformes coletados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A. *Ancistrus* sp. B. *Ancistrus* sp. C. *Baryancistrus xantheus*. D. *Baryancistrus chrysolomus*. E. *Baryancistrus* sp. F. *Hemiancistrus* sp. G. *Oligancistrus* sp. H. *Panaque armbrusteri*. I. *Peckoltia vittata*. J. *Scobinancistrus aureatus*. L. *Scobinancistrus pariolispus*. M. *Hopliancistrus* sp. N. *Pterygoplichthys xinguensis*. O. *Hypostomus soniae*. P. *Hypostomus* sp. Q. *Hypostomus* sp. R. *Hypostomus* sp. S. *Squaliforma emarginata*.

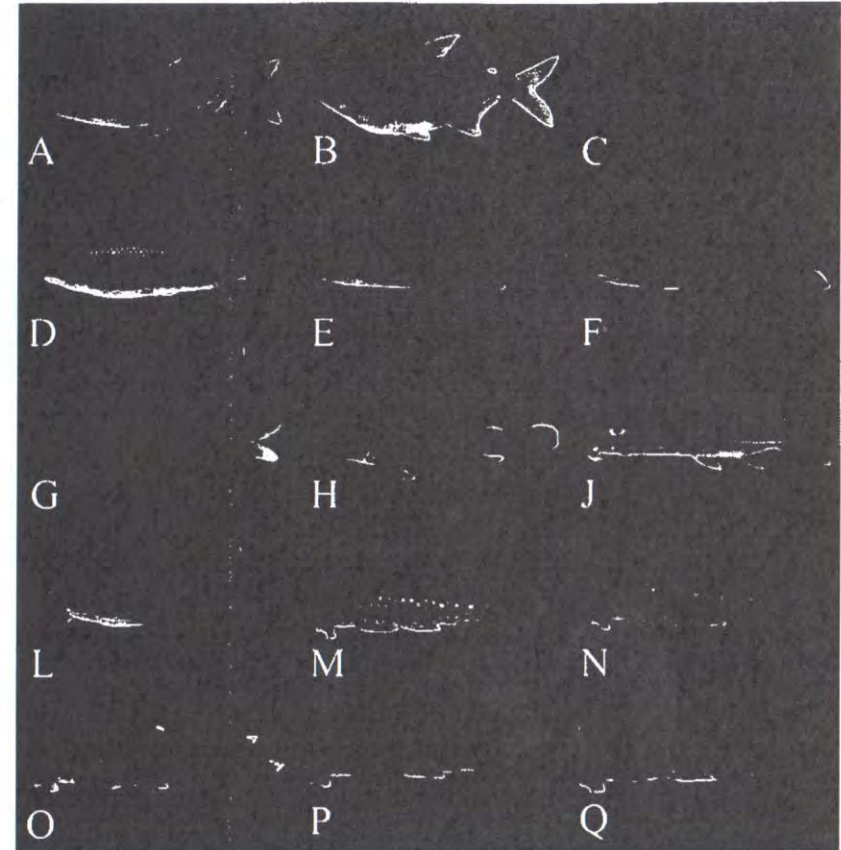


Figura 7-8. Characiformes e Siluriformes coletados na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A. *Hyphessobrycon cachimbensis*. B. *Jupiaba minor*. C. *Leporinus* sp. D. *Leporinus megalepis*. E. *Leporinus* sp. F. *Leporinus maculatus*. G. *Sartor respectus*. H. *Teleocichla* sp. J. *Leptodoras marki*. L. *Pimelodus stewarti*. M. *Scobinancistrus aureatus*. N. *Scobinancistrus pariolispus*. O. *Oligancistrus punctatissimus*. P. *Peckoltia* sp. Q. *Peckoltia vittata*.

7.4 Agradecimentos

Fernando Becker, Sandra Maria Hartz, Gustavo Halwass e Renato Azevedo Matias Silvano participaram das atividades de coleta na região da Ilha Ariosto, no rio Teles Pires. Carlos A.G. Figueiredo colaborou com a identificação de Cyprinodontiformes. Vanessa Meza Vargas colaborou na identificação das espécies de *Creagrutus*. Priscila Gomes realizou a catalogação do material ictiológico. O grupo de pesquisa é apoiado

pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pela Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

7.5 Literatura citada

- ANA. 2006. Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos: versão 1.11. Brasília, Superintendência de Gestão da Informação, Agência Nacional de Águas. 29 p.
- ANA. 2007. Manual de construção da base hidrográfica Ottocodificada: fase 1 - construção da base topológica de hidrografia e Ottobacias conforme a codificação de bacias hidrográficas de Otto Pfafstetter: versão 2.0 de 1/11/2007. Brasília, ANA, Agência Nacional de Águas, SGI.
- Buckup, P.A. 2001. Expedição irá explorar os rios do Brasil central. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia 65:7.
- Cracraft, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: hierarchical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. *Australian Systematic Botany* 4: 211-227.
- Farris, J.S. 1988. Hennig86 reference. Version 1.5. New York, Por Jefferson, publicado pelo autor.
- Rosen, B.R. 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. p. 437-481. In: Myers, A.A. & Giller, P.S. (eds) *Analytical biogeography, an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. London, Chapman and Hall. 578p.
- Rosen, B.R. 1992. Empiricism and the biogeographical black box: concepts and methods in marine palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 92:171-205.
- Rosen, B.R. & Smith, A.B. 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef-coral and sea-urchin distributions from late Cretaceous to Recent, using a new method. p. 275-306. In: Audley-Charles, M.G. & Hallam, A. (eds.) *Gondwana and Tethys*. Oxford, Oxford University Press. 317p. (Geological Society Special Publication, 37)
- Simpson, G.G. 1960. Notes on the measurement of faunal resemblance. *American Journal of Science* 258-A:300-311.

8 PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Maurício Camargo
Jaime Carvalho Júnior
Ruth Amanda Estupiñan

8.1 Introdução

As alternativas de uso dos recursos pesqueiros numa região geográfica estão ligadas às características da paisagem, às tradições culturais dos grupos humanos estabelecidos e em muitos casos as demandas de um mercado não necessariamente local. Cada entidade existente na natureza toma um valor de recurso quando tem utilidade para o homem, para o desenvolvimento de uma civilização, ou a sobrevivência e conforto de uma sociedade em geral.

No contexto histórico de ocupação humana das margens dos rios Tapajós e Xingu, observam-se diversos processos em geral condicionados pela disponibilidade de recursos. De um lado as comunidades indígenas extrativistas tradicionalmente capturam peixes e outros animais, como tartarugas, de forma coletiva. Por outro lado, grupos humanos atraídos pela disponibilidade de terras cultiváveis e de recursos minerais como o ouro, e pela colonização induzida pelo Governo, em áreas como Alta Floresta e Carlinda nas margens do Tapajós, e São Félix do Xingu, Rio Fresco e Altamira, no Xingu.

A atividade pesqueira ao longo dos rios está estreitamente ligada à composição das comunidades de peixes e às crenças culturais locais e às demandas de mercado externas às comunidades. Nos ambientes aquáticos de cabeceiras, observa-se uma grande diversidade de peixes pequenos associada a um alto grau de endemismo e convergência de nichos ecológicos. A distribuição geográfica restrita destas espécies é definida por barreiras naturais, como as cachoeiras e corredeiras ao longo dos rios, ou pelos inúmeros divisores de águas que separam os pequenos igarapés. Com o aumento do volume hídrico em direção à foz dos rios, é notável o aumento da abundância de grupos de peixes maiores tais como as pescadas (*Plagioscion* spp.), os tucunarés (*Cichla* spp.), os pacus (*Myleus* spp. e *Myloplus* spp.), a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) e o sorubim (*Pseudoplatystoma* sp.). Estes últimos predominam na composição das capturas da pesca de consumo e, portanto, têm grande importância na escala regional. Por sua vez, o leito rochoso do rio favorece o estabelecimento de novos habitats para peixes adaptados aos ambientes torrenciais, que tem interesse na aquariofilia. Nos trechos inferiores dos rios há influência do Amazonas, registrando-se outros peixes de grande porte, como as espécies adaptadas aos ambientes inundáveis (e.g., pirarucu, *Arapaima gigas*; tambaqui, *Colossoma macropomum*) e os grandes bagres

migradores (e.g., piramutaba, *Brachyplatystoma filamentosum*; dourada, *Brachyplatystoma rousseauxii*).

8.2 A produção pesqueira no contexto amazônico.

Ainda que não sejam disponíveis séries históricas de dados que permitam comparar os volumes de desembarque pesqueiro de diferentes bacias, é possível estimar que a produção pesqueira das bacias do Xingu e Tapajós seja inferior à de outros rios amazônicos, como o Solimões. As baixas concentrações de nutrientes associadas às águas claras originadas da drenagem de antigas formações rochosas já erodidas através do tempo limitam a produtividade pesqueira. Além disto, as superfícies inundáveis das bacias dos rios Xingu e Tapajós são relativamente pequenas e limitam a disponibilidade de fontes de alimento para as teias tróficas. A reduzida extensão das áreas alagáveis dos rios Tucunará e Jamaxim, por exemplo, indicam que a recomposição das populações naturais de muitos peixes ocorre em tributários menores, onde se registra grande concentração de juvenis de *Prochilodus nigricans* e *Leporinus friderici* (Camargo *et al.*, 2005).

Nas áreas de confluência com as águas brancas e mais produtivas do rio Amazonas, a disponibilidade de nutrientes favorece captura de bagres, como a piramutaba, dourada e mapará (*Hypophthalmus* sp), típicos da depressão amazônica. Entretanto, a produção pesqueira destes bagres durante a safra no Tapajós (janeiro a junho) é seis vezes menor quando comparada para a safra no Amazonas (julho a dezembro). A limitada produção de pescado entre Aveiro e Santarém no Tapajós não permite o desenvolvimento de uma pesca comercial (Barthem, 1995).

8.3 Pesca comercial para consumo humano

Nos sistemas de drenagem do Xingu e Tapajós predominam três tipos de embarcações: canoa a remo, rabeta (canoa com motor) e barco a motor de centro. Para a construção destas embarcações são utilizadas madeiras nobres como itaúba (*Mezilaurus itauba*, Lauraceae), pequi (*Caryocar brasiliense*, Caryocaraceae) ou abiu casca grossa (*Apuleia molaris*, Caesalpinaceae). A capacidade média das embarcações é de 150 kg para a canoa a remo, 500 kg para a rabeta (canoa maior com 6 m de comprimento e motor de 3,5 a 5 hp) ou 2,5 toneladas para o barco de motor de centro com motores de 11 a 50 hp.

No sistema do Tapajós, na região de Itaituba, atuam pelo menos 286 embarcações que realizam pescarias de seis a 30 dias de duração, com tripulação média de quatro pessoas. No Município de Trairão, a navegação é feita em 90 pequenas

canoas, sendo 45 movidas a remo com capacidade média de 100 kg e 45 movidas a motor com capacidade média de 300 kg. O município de Aveiro possui de 100 a 120 embarcações distribuídas nas modalidades de rabetas e canoas a remo e alguns barcos com motores de centro de 50 hp. O esforço pesqueiro nestes dois municípios varia de dois a cinco dias de pesca, com dois pescadores, alcançando volumes de captura entre 100 e 150 kg de pescado (Isaac *et al.*, 2008).

O petrecho de pesca utilizado está ligado ao tipo de peixe objeto de captura e habitat associado. Destacam-se, pela frequência de uso, as redes de espera (malhadeiras), que podem ser de monofilamento de *nylon*, material adequado às águas claras, utilizadas na captura de pescada branca (*Plagioscion* spp.), curimatã e jaraqui (*Prochilodus nigricans* e *Semaprochilodus* spp.), alguns pacus (*Myleus* spp.) e piranhas (*Serrasalmus* sp.). Nos trechos inferiores dos rios são utilizadas redes maiores, expostas à deriva da correnteza para a captura de grandes bagres como o filhote ou utilizadas nos ambientes de várzea para captura do pirarucu.

A pesca de linha e anzol é muito utilizada na captura do tucunará (*Cichla* spp.), um peixe muito valorizado, que atinge grande tamanho a montante das cachoeiras, mas que também ocorre nas partes baixas dos rios.

O espinhel é utilizado no canal principal dos rios e consiste numa linha de até 1000 m de comprimento com 400 a 500 anzóis de tamanho diferenciado em função da espécie e do tamanho dos peixes a serem capturados. Este petrecho é utilizado principalmente para a captura de bagres como a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), o filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*) e a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) nas partes baixas dos rios, onde há maior influência das águas do Amazonas. Registros de filhote acima das cachoeiras indicam que eventualmente estes peixes migram para trechos situados a montante das cachoeiras (Camargo *et al.*, 2004).

O mapará (*Hypophthalmus* sp.) é notadamente abundante nos trechos próximos da foz dos rios no período de janeiro a junho. A captura do mapará é realizada com cerca de seis canoas, cada uma com dois pescadores a bordo. Após a captura de grandes volumes, o pescado é estocado em barcos geleiros com capacidade de manter o pescado fresco por uma semana.

Em rios formadores da bacia do Tapajós estudos prévios identificaram 32 espécies com importância para o consumo regional (Camargo *et al.*, 2005). Já no baixo Tapajós, há um predomínio da pesca de characiformes que migram das águas do rio Amazonas próximas de Santarém subindo até 30 km acima da foz nas imediações de Alter do Chão, onde são capturados com redes de espera ou tarrafas (Barthem, 1995).

Esta pesca profissional fundamenta-se na captura de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante períodos restritos do ano.

No médio rio Xingu, com base em monitoramento dos desembarques em Altamira, registraram-se 23 morfotipos de peixes, distribuídos em aproximadamente 41 espécies que constituíram a diversidade das capturas. Seis destas espécies com maior valor no mercado destacaram-se pelo grande volume nos desembarques: tucunaré (*Cichla melaniae*), curimatã (*Prochilodus nigricans*), pescada branca (*Plagioscion squamosissimus* e *Plagioscion surinamensis*), pacu (*Myleus torquatus* e *Myleus pacu*) (Camargo *et al.*, 2009). Algumas destas espécies são capturadas com comprimentos inferiores ao tamanho médio de início de maturação sexual (Camargo & Lima Junior, 2007).

No médio Xingu estimou-se a captura por unidade de esforço (CPUE) obtida com cada tipo de embarcação, obtendo-se na ordem crescente: $8,0 \pm 4,6 \text{ Kg.dia}^{-1}.\text{pescador}^{-1}$ para a canoa a remo; $10,4 \pm 9,2 \text{ Kg.dia}^{-1}.\text{pescador}^{-1}$ para o barco a motor de centro e $10,8 \pm 9,4 \text{ Kg.dia}^{-1}.\text{pescador}^{-1}$ para a rabeta. Estas diferenças, no entanto, não são estatisticamente significativas ($F_{(2,1127,5\%)}=1,46$ e $p>0,05$) possivelmente em virtude da grande variância dos dados (Camargo *et al.*, 2009).

Os desembarques ocorrem em áreas urbanas e povoados, destacando-se seis locais ao longo do Tapajós e sete na bacia do Xingu (Figura 8-1). Nestes pontos de desembarque, dois padrões são evidentes: (1) a maior concentração dos portos ocorre nos trechos médios das duas bacias, onde a produção pesqueira é maior do que nos ambientes a montante; (2) a jusante nos trechos mais largos, as capturas são escoadas diretamente para os portos localizados nas imediações do Amazonas, como Santarém, e pontos mais distantes da foz, como os portos de Amapá (Camargo, obs. pess.). Estes portos de desembarque se localizam associados às rodovias Transamazônica - BR230 e BR163, as quais representam importantes vias de exportação do pescado para outros centros de consumo (Figura 8-1).

A organização social dos pescadores concentra-se nas colônias de pescadores. A colônia de pescadores do município de Itaituba (Z-56) tem 659 pescadores cadastrados (homens e mulheres), sendo 633 da pesca artesanal. No ano de 2007, 395 pescadores receberam o seguro desemprego, referente ao período de defeso. Em comunidades menores distantes da sede do município existem núcleos que representam as colônias. A colônia do município de Trairão possui 49 sócios, sendo que 33 recebem o seguro desemprego. A colônia do município de Aveiro (Z-52) possui 420 pescadores cadastrados e 135 recebem o benefício (Isaac *et al.*, 2008).

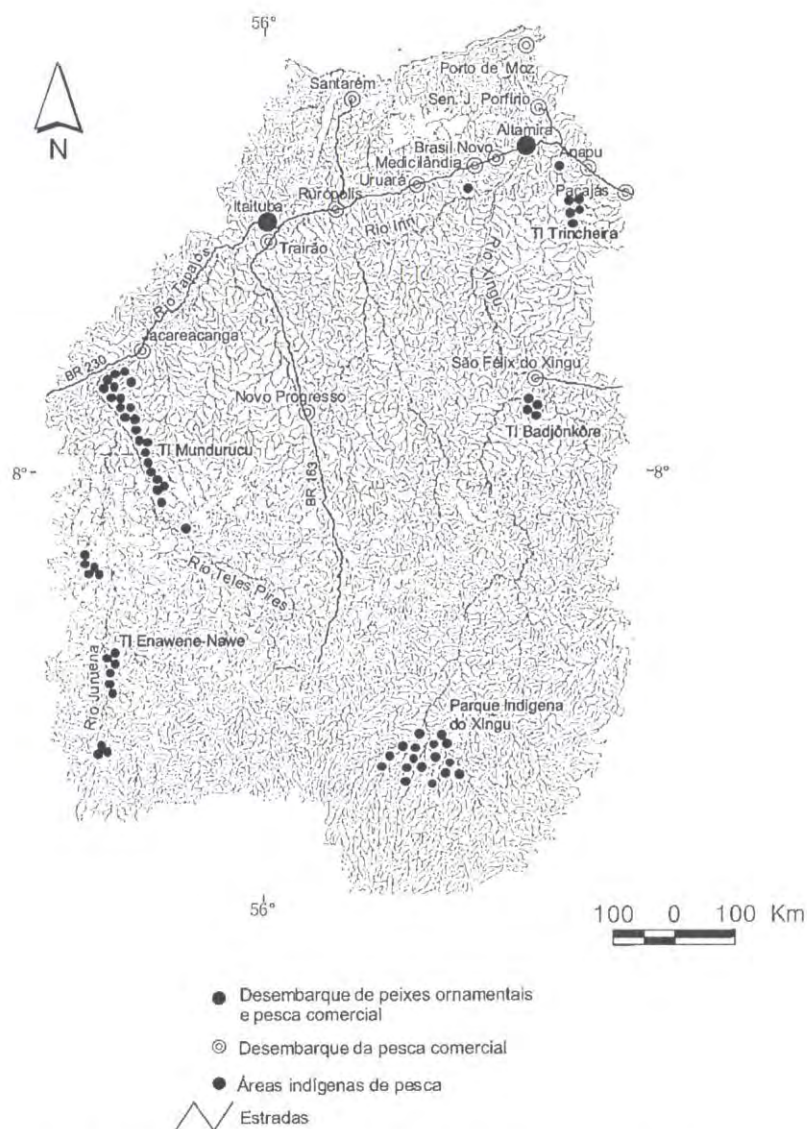


Figura 8-1. Áreas de pesca das comunidades indígenas e centros de desembarque da pesca comercial nas bacias do Xingu e Tapajós.

Mesmo com o benefício do Seguro de Defeso pago pelo Governo Federal para os pescadores cadastrados, nas colônias como a Z-56 de Itaituba, a Z-52 de Aveiro e a Z-77 de Jacareacanga ainda são registradas manifestações de inconformidade, motivadas pela pesca predatória e pela prática ilegal da pesca por pessoas não cadastradas, que desrespeitam os regulamentos de proteção das espécies durante a desova. Os pescadores afirmam que o desaparecimento do pescado se deve principalmente à falta de fiscalização nos rios e lagos da região.

8.4 Pesca de peixes com valor ornamental

8.4.1 Aspectos gerais

Há três décadas, a exploração de peixes ornamentais nos ambientes aquáticos do Xingu e Tapajós tornou-se uma alternativa economicamente rentável para as populações ribeirinhas, cujas bases de sustento consistiam exclusivamente da pesca comercial orientada para o consumo humano, do extrativismo e do garimpo de ouro de aluvião. Na cidade de Altamira, nas margens do rio Xingu, a extração de peixes ornamentais teve início no final da década de 1980, quando garimpeiros desempregados começaram a capturar peixes da família Loricariidae, denominados localmente de acaris. Recentemente, a pesca ornamental tornou-se, em muitos casos, a principal ou a única fonte de renda para centenas de pessoas que sobrevivem pesca de peixes vivos para a venda ao mercado aquarífilista nacional e internacional (Prang, 2007).

A adaptação das antigas técnicas utilizadas no garimpo de ouro em grande profundidade (15m), como o uso de compressor de ar, máscaras de mergulho e lanternas, possibilitou a captura de espécies atrativas para o comércio de peixes ornamentais. A partir deste período, vários acaris tornaram-se bastante conhecidos no mercado internacional (Rapp Py-Daniel & Zuanon, 2005; Prang, 2007).

A captura de peixes ornamentais está estreitamente ligada ao ciclo hidrológico de estiagem dos rios e à demanda do mercado. A pesca ocorre principalmente nos ambientes de corredeiras ou de maior correnteza, onde, em função da demanda, os pescadores mergulham algumas vezes mesmo nos períodos de cheia.

O Xingu e o Tapajós junto com outros rios como o Tocantins e o Trombetas são os principais centros produtores de peixes ornamentais da família Loricariidae (acaris) e de outros grupos, como as arraias (Potamotrygonidae) e os acará (Cichlidae). Nos sistemas do Tapajós e Xingu existem, respectivamente, 410 e 422 espécies de peixes com interesse ornamental (Carvalho Júnior, 2008).

Na bacia do rio Xingu a pesca de peixes ornamentais é particularmente intensa no trecho do rio que vai desde pouco à montante da foz do rio Iriri até a cidade de Porto de

Moz, incluindo os municípios de Altamira, Senador José Porfírio, Brasil Novo, Belo Monte, Vitória do Xingu, Souzel e Porto de Moz. Existe, também, pesca de peixes ornamentais município de São Félix do Xingu. Na bacia do Xingu já foram registradas 55 espécies de Loricariidae (Camargo *et al.*, 2004) e pelo menos 38 tem importância como espécies ornamentais. Outras famílias como Cichlidae com 35 espécies, Potamotrygonidae com sete espécies e Callichthyidae com cerca de sete espécies (principalmente de *Corydoras*), mesmo que em menor proporção, também têm importância significativa neste mercado.

No rio Tapajós as atividades concentram-se principalmente nas cercanias de Santarém, Itaituba e Jacareacanga. Esta é uma das regiões de maior importância para a pesca ornamental, de onde são capturados peixes de grande valor comercial, como as arraias (Potamotrygonidae) e acaris (Loricariidae), com 79 espécies, além dos ciclídeos com 63 espécies, entre os quais há várias espécies de grande valor comercial, como as espécies do gênero *Crenicichla* (Torres *et al.*, 2008). Em vários tributários do Tapajós foram registradas 12 espécies com importância no mercado de ornamentais e outras 27 que também são usadas para consumo, sendo que o principal porto de exportação é Itaituba (Camargo *et al.*, 2005).

8.4.2 Os pescadores

A pesca de espécies ornamentais é exercida por ribeirinhos, denominados acarizeiros, de várias faixas etárias e origem que trabalham individualmente ou em pequenos grupos (frequentemente familiares). Devido à forte competição não é incomum observá-los defendendo áreas específicas nas cachoeiras do Jurucá no Xingu e de São Luiz no Tapajós.

Trata-se de uma atividade muito especializada e seletiva, com táticas de captura pouco conhecidas. Geralmente é realizada durante o período seco, através de mergulho livre em ambientes pouco profundos (1,0 – 1,5m), mergulho com compressor que permite pescar até duas horas em profundidades de até 15 m. Apesar da existência de centros urbanos regionais do Xingu (São Félix do Xingu, Brasil Novo, Altamira, Vitória do Xingu, Anapu e Senador José Porfírio) e Tapajós (Itaituba e Jacareacanga), os pescadores estabelecem vínculos diretos com as cidades de Altamira e Itaituba, mesmo quando estas são distantes da região de pesca. Estas cidades são a principal referência para os pescadores em virtude de disporem de serviços públicos, grande mercado para a comercialização e aquisição de produtos, e aeroportos municipais que são fundamentais para o acesso ao mercado de peixes ornamentais.

O deslocamento dos pescadores ocorre através de canais e furos dos rios, em pequenas e médias embarcações do tipo barco e/ou casco-rabetas, o que demanda grande tempo de viagem e pouca segurança da carga e da tripulação nas corredeiras. Normalmente trabalham para um comprador específico. Muitos destes pescadores não possuem embarcação própria e dependem de equipamentos fornecidos pelo comprador.

O número de pescadores de peixes ornamentais que participam do comércio em Altamira é incerto. De acordo com as estimativas dos compradores, no ano de 2001, havia 1,500 acarizeiros envolvidos na atividade. No ano de 2005, a Associação dos Criadores e Exportadores de Peixes Ornamentais de Altamira (ACEPOAT) contabilizou mais de 500 famílias envolvidas na pesca de acaris e arraias (Prang, 2007). Gonçalves *et al.* (2009) registraram cerca de 200 pescadores através das entrevistas e 400 segundo as estimativas dos atravessadores.

De dez empresas que comercializaram peixes ornamentais em 2001 e empregaram cerca de 1500 pescadores, apenas quatro ainda estão ativas, sendo que uma funciona em regime de cooperativismo de três atravessadores. Segundo estes intermediários, a pesca ornamental que já se encontrava com grandes dificuldades devido ao baixo preço dos peixes, agora tende a decrescer desempregando várias famílias e deixando de gerar renda para os ribeirinhos que utilizam esta atividade como renda complementar.

8.4.3 Capturas

Nos desembarques de acaris (Loricariidae), entre a confluência com o Iriri e as cachoeiras de Belo Monte, os pescadores do médio rio Xingu, reconheceram 24 morfoespécies que corresponderam a 31 espécies, várias das quais ainda não foram descritas taxonomicamente e, portanto, foram identificadas até o nível de gênero (Tabela 8-1). Com base na amostragem de 129.849 indivíduos de Loricariidae desembarcados entre 2006 e 2007, pode-se estabelecer que algumas morfoespécies ocorrem ao longo de todo setor estudado, enquanto que outras são restritas a determinados trechos do rio (Gonçalves *et al.*, 2009).

Tabela 8-1. Principais espécies de acaris (Loricariidae), com importância ornamental no rio Xingu de acordo com o conhecimento tradicional dos pescadores locais

Espécie	Distribuição no sistema do Xingu
Aba laranja - <i>Baryancistrus</i> sp. "aba"	Rio Xingu, de Novo Triunfo (abaixo de São Félix do Xingu) até Vitória do Xingu e rio Iriri
Amarelinho - <i>Baryancistrus</i> spp. (Complexo de quatro espécies)	Cachoeira do Jericua até São Félix do Xingu e Iriri
Ancistru - <i>Hopliancistrus</i> cf. <i>tricornis</i>	Confluência dos rios Xingu/Iriri até a Cachoeira do Jericua.
Arábia ou tubarão - <i>Scobinancistrus</i> sp. 2	Águas a montante da confluência dos rios Xingu – Iriri
Assacú pirarara - <i>Pseudacanthicus</i> sp. "assa"	São Félix do Xingu até Vitória do Xingu.
Assacú preto - <i>Pseudacanthicus</i> sp. "preto"	Belo Monte no limite das cachoeiras até Porto de Moz próximo da foz do Xingu
Boi de botas - <i>Panaque nigrolineatus</i> (Peters, 1877)	São Félix do Xingu até a Cachoeira do Jericua.
Bola azul - <i>Oligancistrus punctatissimus</i> (Steindachner, 1881), <i>Oligancistrus</i> sp. 2, <i>Parancistrus</i> sp. 1	Águas acima da Confluência Xingu/Iriri até a Cachoeira do Jurucua
Bola branca - <i>Baryancistrus</i> sp. 1, <i>Oligancistrus</i> sp. 3, <i>Parancistrus</i> sp. 2	São Félix do Xingu até Vitória do Xingu.
Cutia preto - <i>Scobinancistrus</i> sp.3	São Félix do Xingu e Jaraqui até Vitória do Xingu, e rio Iriri na localidade de Morro Grande.
Mutante - <i>Parancistrus nudiventris</i> Rapp Py-Daniel & Zuanon, 2005	Gorgulho da Rita até a Cachoeira do Jurucua.
Onça - <i>Leporacanthicus heterodon</i> Isbrücker & Nijssen, 1989	São Félix do Xingu até a Cachoeira do Jurucua.
Pão - <i>Hypancistrus</i> sp. "pão"	Belo Monte até Porto de Moz.
Picota ouro - <i>Scobinancistrus aureatus</i> Burgess, 1994	São Félix do Xingu até Vitória do Xingu
Pretinho - <i>Ancistrus</i> cf. <i>dolichopterus</i>	São Félix do Xingu até Vitória do Xingu
Preto velho - <i>Ancistrus ranunculus</i> Muller, Rapp Py-Daniel & Zuanon, 1994	Pedra Preta até Vitória do Xingu.
Tigre de listra - <i>Peckoltia vittata</i> (Steindachner, 1881)	Confluência dos rios Xingu/Iriri até a Cachoeira do Jurucua.
Tigre de bola - <i>Hypostomus</i> sp. "Xingu"	São Félix do Xingu até a Cachoeira do Jurucua.
Zebra marrom - <i>Ancistrus</i> sp.	Arroz Cru no Xingu até Cachoeira do Jurucua.

De acordo com o conhecimento da distribuição geográfica das morfoespécies pelos acarizeiros (Tabela 8-2) algumas espécies expandiram sua área de ocorrência. De acordo com os acarizeiros, o assacu preto (*Pseudacanthicus* sp. "preto"), o avião (*Acanthicus* cf. *histris*) e o pão (*Hypancistrus* sp. "pão") ocorriam naturalmente somente abaixo do limite das cachoeiras, entre o povoado de Belo Monte e a foz do rio Xingu. Os

atravesadores afirmam que os acaris títanic (*Pseudacanthicus* sp. "títanic") e tigre ouro (*Peckollia* sp.) ocorrem naturalmente somente na bacia do rio Tapajós. Várias explicações podem ser tecidas em relação à ocorrência destas espécies no médio rio Xingu. Nas imediações da cidade de Altamira eventualmente ocorre a liberação de exemplares que foram capturados em outros ambientes à montante ou a jusantes da cidade. Esta liberação geralmente envolve exemplares com nadadeiras danificadas ou em número excessivo para o envio aos mercados de destino.

O registro nos desembarques do Xingu de peixes conhecidos para a bacia do Tapajós, também pode ter ocorrido porque alguns exemplares eventualmente foram liberados no rio Xingu, embora isto ainda não tenha sido registrado (Gonçalves *et al.*, 2009).

A riqueza de acaris registrada em seis trechos da área de estudo do Xingu variou entre três e 22 morfoespécies. Este resultado respalda a hipótese que o processo de liberação de indivíduos nas margens do Xingu nas proximidades de Altamira, pode estar afetando a distribuição geográfica de várias das espécies de Loricariidae.

A diversidade e a origem de peixes desembarcados é influenciada pelas demandas do mercado de peixes ornamentais, que determina a seleção ou preferência por algumas morfoespécies. Em relação à composição morfoespecífica nos desembarques monitorados nos portos de Altamira, os amarelinhos (*Baryancistrus* spp – 4 espécies) contribuíram com 41 % do total e a morfoespécie bola azul (*Oligancistrus punctatissimus*, *Oligancistrus* sp. 2, e *Parancistrus* sp.) com o 15 %, enquanto outras 15 morfoespécies conformaram 8 % do volume desembarcado (Figura 8-2). Este resultado é indica que pode estar ocorrendo intensa pressão de pesca sobre algumas espécies de Loricariidae, que atualmente são desconhecidas quanto à sua identidade taxonômica e densidade populacional.

O amarelinho que possivelmente representa um complexo de quatro espécies do gênero *Baryancistrus*, com distribuição geográfica ao longo do médio rio Xingu no trecho estudado, vem sofrendo intensa exploração. O fato de se tratar de um complexo de espécies é um fator complicador para o estabelecimento de planos de manejo e monitoramento das populações naturais.

Tabela 8-2. Aspectos ecológicos das principais espécies de acaris(Loricariidae), com importância ornamental no rio Xingu. Os nomes científicos são informados na Tabela 8-1.

Espécie	Habitat	Velocidade de correnteza	Prof. (m)
Aba laranja	Fendas de superfícies rochosas	Baixa	0 - 10
Amarelinho	Sob superfícies rochosas	Média - Alta	0 - 10
Ancistru	Rochas e fendas rochosas	Baixa -média	2 - 10
Arábia ou tubarão	Aglomerados de seixos (mocororô) ¹⁵	Alta	2 a 10
Assacu pirarara	Aglomerados de seixos (mocororô), troncos e ramos submersos	Alta	0 - 10
Assacu preto	Superfícies rochosas e galhos	Baixa - Alta	0 - 10
Boi de botas	Troncos e saroba ¹⁶	Alta	> 2
Bola azul	Sobre superfícies rochosas, aglomerados de seixos (mocororô)	Baixa - Alta	0 - 10
Bola branca	Diversos tipos de superfícies	Baixa - Alta	1 - 25
Cutia preto	Fendas de rochas	Alta	0 - 10
Mutante	Aglomerados de seixos (mocororô grosso)	Alta	1 - 5
Onça	Pedras roladas	Alta	0 - 10
Pão	Superfícies rochosas lisas (lajeiros)	Alta	> 15
Picota ouro	Aglomerados de seixos (mocororô) na seca, troncos e saroba na cheia do rio.	Alta	> 8
Pretinho	Aglomerados de seixos (mocororô) na seca, troncos na cheia do rio.	Baixa - Alta	
Preto velho	Fendas das superfícies rochosas	Baixa - Alta	
Tigre de listra	Aglomerados de seixos (mocororô)	Alta	0 - 10
Tigre de bola	Aglomerados de seixos (mocororô)	Alta	1 a 10
Zebra marrom	Aglomerados de seixos (mocororô)	Baixa - Alta	> 15

Durante o período de estudo observou-se uma grande variação de preço entre as espécies exploradas, de forma que peixes como o assacu pirara (*Pseudacanthicus* sp. "assa"), mesmo não tendo representado o maior volume dentre as espécies exploradas, representaram o maior retorno econômico em reais em virtude de seu alto valor comercial. Já os amarelinhos (*Baryancistrus* spp.), que representaram o maior volume de peixes extraídos, atingiram um valor pouco acima da metade do valor arrecadado com o assacu pirara (Figura 8-3) (Gonçalves *et al.*, 2009).

¹⁵ Mocororô: tipo de pedra formada a partir da aglomeração de seixos de vários tamanhos.

¹⁶ Saroba: tipo de vegetação formada a partir de várias espécies de plantas, que ficam imersas a água quando há um aumento do nível do rio.

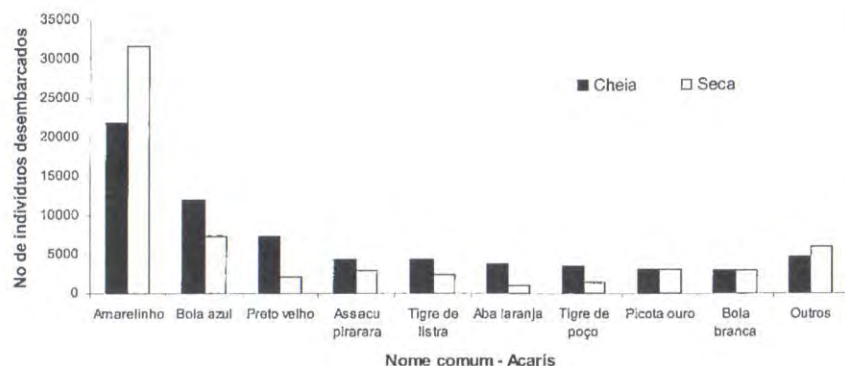


Figura 8-2. Variação sazonal da composição morfoespecífica dos desembarques de Loricariidae (Cheia: dezembro-maio. Seca: junho-setembro) no período de 2006 a julho de 2007. Fonte: Gonçalves *et al.* (2009)

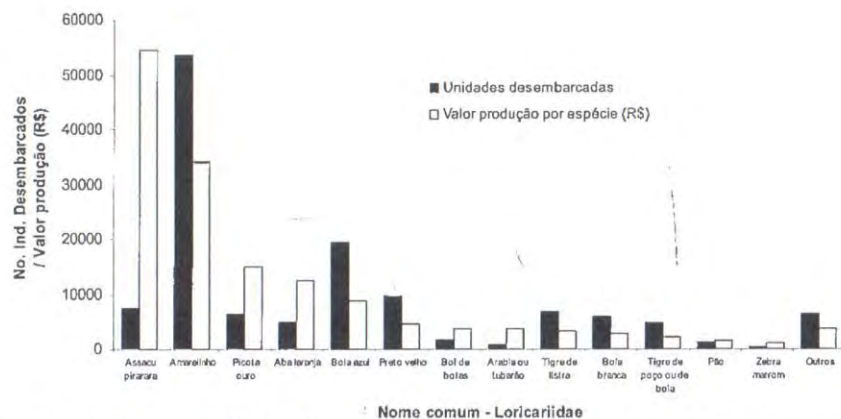


Figura 8-3. Quantidade de exemplares desembarcados das principais morfoespécies de acaris (Loricariidae) e sua relação com o retorno econômico no período 2006-2007. Fonte: Gonçalves *et al.*, 2009.

8.4.4 Comercialização

A cadeia produtiva dos acaris do médio rio Xingu inclui cinco atores: pescador, atravessador, exportador, lojista estrangeiro e comprador final no exterior. Existem relações implícitas nesta cadeia, sendo comum que pescadores e atravessadores

mantenham crédito com exportadores de forma a manter a relação de venda do produto.

No processo de comercialização no porto de desembarque, existe uma negociação previamente estabelecida entre os acarizeiros e os atravessadores. Os preços por exemplar desembarcado nos portos de Altamira variam de R\$ 0,30 a R\$ 10,00, mas uma considerável parte das morfoespécies tem valor abaixo de um real por exemplar (Tabela 8-3). Os atravessadores comercializam os peixes com preço entre R\$ 0,80 e R\$ 10,00, mas grande parte das morfoespécies possui valor abaixo de cinco reais (Gonçalves *et al.*, 2009).

Os atravessadores repassam as espécies demandadas pelo exportador que geralmente depende das exigências do mercado externo e envia as espécies com maior valor comercial. No mercado internacional, exemplares de assacu pirara já chegaram ao consumidor final por R\$ 791,00 no mercado Japonês. A diferença entre o valor pago aos pescadores e o preço pago pelo comprador final é alarmante, podendo alcançar valor de mais de 50 mil % em comparação ao seu preço inicial (Tabela 8-4) (Gonçalves *et al.*, 2009).

Tabela 8-3. Preço por exemplar pago por atravessadores aos pescadores em Altamira, PA, durante o período de fevereiro de 2006 a julho de 2007. Fonte: Gonçalves *et al.* (2009).

Morfoespécie	Mínimo (R\$)	Médio (R\$)	Máximo (R\$)
Aba Laranja	0,50	2,54	4,00
Alicate	0,50	0,60	0,70
Amarelinho	0,40	0,63	2,00
Ancistrus	0,30	0,47	0,80
Arábia ou tubarão	0,40	4,50	5,00
Assacupirarara	3,00	7,25	10,00
Assacu preto	2,00	4,25	5,00
Boi de botas	0,40	2,16	7,00
Bola azul	0,00	0,45	3,00
Bola branca	0,30	0,48	5,00
Cara chata	0,30	0,44	0,50
Cutia preto	0,40	0,74	3,00
Guariba	0,40	1,15	3,00
Mutante	5,00	7,75	10,00
Onça	0,50	1,27	5,00
Pão	0,30	1,03	5,00
Picota ouro	2,00	2,36	5,00
Pretinho	0,30	0,38	0,80
Preto velho	0,30	0,49	3,00
Tigre de listra ou comum	0,30	0,46	3,00
Tigre de poço ou de bola	0,30	0,44	0,70
Tigre PP	0,40	0,45	0,50
Titanic	5,00	5,00	5,00
Zebra marrom	3,00	3,17	3,50

De acordo com os atravessadores de Altamira, os peixes comercializados provenientes do médio rio Xingu atendem os mercados nacional e internacional, em especial do Japão, Estados Unidos e Alemanha, onde a demanda pelos acaris neotropicais é muito grande.

Ao chegar ao mercado internacional, o aumento dos preços é mais acentuado nos Estados Unidos e Japão, com aumentos médios de 7.540 % e 12.380 %, respectivamente. Nos Estados Unidos o preço mínimo chegou a 3.200 % para acari boi de botas e 18.700 % para acari amarelinho. Já para o mercado japonês o incremento mínimo foi de 3.300 % para o acari aba laranja, e o máximo foi de 53.435 % para o acari assacu pirarara (Gonçalves *et al.*, 2009).

Tabela 8-4. Valor unitário médio ao longo da cadeia produtiva, dos acaris com importância ornamental do médio rio Xingu.

Morfoespécie	Valor unitário médio (R\$)				
	Pescador	Atravessador	Exportador São Paulo ¹	E.U.A ²	Japão ²
Aba laranja	2,50	4,50	59,00	168,57	85,08
Amarelinho	0,63	0,80	26,00	118,52	69,45
Arábia (tubarão)	4,50	5,00			198,00
Assacú preto	4,25	6,00			386,72
Assacú pirarara	7,25	10,00		248,90	791,68
Boi de botas	2,16	4,00		71,11	115,86
Bola azul	0,45	0,80	26,00		63,32
Bola branca	0,48	0,80		47,41	69,61
Cutia preto	0,74	2,00			108,28
Guariba	1,15	5,00			615,65
Mutante	7,75	10,00		316,00	
Onça	1,27	2,00			69,61
Pão	1,03	2,00		79,00	100,34
Picota ouro	2,36	4,00	48,00	169,88	122,45
Tigre de listra	0,46	0,80	17,00		61,50

¹<http://www.ecoanimal.com.br/site/produtos/listaprodan.asp?tp=21&nm=cascudos> em 22 de julho de 2008. ²<http://www.exoticfinds.net/firstplecopage.html> em 22 de julho de 2008. ³<http://homepage3.nifty.com/aquashop-true/> em 22 de julho de 2008.

8.4.5 Manejo

A maior limitação para o manejo sustentável dos peixes ornamentais consiste no fato de que várias espécies capturadas ainda não foram descritas pela ciência, o que, por sua vez, dificulta o processo de monitoramento das espécies exploradas. Alguns destes

peixes, como acari zebra (*Hypancistrus zebra*) e o pacu capivara (*Ossubtus xinguense*), endêmicos da porção média do Xingu, estão registrados no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.

O número de espécies comercializadas é maior do que o número de espécies com pesca permitida pelo IBAMA. Devido às dificuldades de fiscalização é previsível um alto índice de comércio ilegal destes peixes. As contínuas apreensões de exemplares embarcados geram descontentamento dos exportadores e pressão para a liberação da captura de algumas espécies. Assim, possivelmente as estimativas do número de exemplares comercializados não sejam confiáveis. Estes fatores dificultam o estabelecimento de controle da atividade pesqueira e a definição de ações de ordenamento.

8.4.6 A legalidade da atividade

A pesca de peixes ornamentais em águas continentais brasileiras é regulamentada por três instruções normativas:

a) Instrução Normativa Nº 203, de 22 de outubro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008a): Trata das espécies que podem ser capturadas e permite para a família Loricariidae a captura de 17 espécies e de seis gêneros sem definição das espécies. Monitoramentos no rio Xingu entre a foz do rio Iriri e as corredeiras próximas de Belo Monte, realizados entre os anos de 2006 e 2007, mostraram que de 31 espécies registradas nos desembarques de peixes ornamentais nos portos de Altamira, somente 18 estão de acordo com esta normativa. Mesmo com comercialização proibida, foram registrados exemplares de *Acanthicus cf. hystrix*, *Hypancistrus sp.* "pão", *Panaque cf. nigrolineatus*, *Pseudacanthicus sp.* "assa", *Pseudacanthicus sp.* "preto", *Pseudacanthicus sp.* "titanic" e *Pseudoancistrus barbatus* sendo enviados para o comércio ornamental. Outras seis espécies (*Oligancistrus sp. 2*, *Oligancistrus sp. 3*, *Parancistrus sp.*, *Parancistrus sp. 2*, *Parancistrus nudiventris* e *Leporacanthicus heterodon*) foram comercializadas, mas de acordo com a normativa número 13, para estes gêneros somente são permitidas algumas espécies (Gonçalves *et al.*, 2009).

b) Instrução Normativa Nº 5, de 21 de maio de 2004 (MMA, 2004): Proíbe a captura de *Hypancistrus zebra*. No entanto, ainda é registrado o comércio desta espécie através do mercado clandestino, tendo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) feito várias apreensões de exemplares. Em julho de 2008, ocorreram três apreensões de peixes do rio Xingu que incluíram *H. zebra*.

c) Instrução Normativa IBAMA 204, de 22 de outubro de 2008 (MMA, 2008b): Estabelece normas, critérios e padrões para a exploração com finalidade ornamental e de

aquariofilia de exemplares vivos de arraias nativas de água continental (Potamotrygonidae). Esta instrução normativa libera a pesca de arraias endêmicas nos rios Xingu através de cotas.

8.5 Considerações Finais

Embora a produção pesqueira do Xingu e Tapajós seja inferior a de outros rios amazônicos, fornece expressiva quantidade de pescado seja para fins de consumo ou para o mercado da aquariofilia. Observa-se uma tendência de se concentrar a produção em centros localizados nos trechos médios destes rios, onde por via terrestre ou aérea é fácil o escoamento dos recursos explorados. Ainda que a exploração de peixes ornamentais constitua uma importante fonte de divisas, infelizmente, no atual sistema da cadeia produtiva, o maior benefício econômico ocorre fora da região. Assim, seria recomendável o estabelecimento de associações, seu fortalecimento e capacitação de lideranças e para os processos de comercialização dos produtos, de forma a reduzir o número de intermediários na cadeia e por sua vez de promover o aumento da rentabilidade local.

O estabelecimento de cotas de exploração para algumas espécies e o monitoramento das populações naturais permitiria definir critérios para estabelecer novos volumes de capturas. Entretanto, o princípio fundamental do manejo consiste no estabelecimento de controle e fiscalização eficientes para controlar processos de sobre-exploração.

O fortalecimento dos centros urbanos com um zoneamento econômico-ecológico bem estabelecido e a promoção de formas de desenvolvimento sustentável pode melhorar a qualidade de vida das populações. A iniciativa das comunidades locais de criar reservas em algumas áreas deve ser fortalecida como forma de autoregulação e comprometimento destas populações no processo regulatório.

Observa-se um forte efeito da colonização desordenada na alteração das matas ciliares, o que limita as possibilidades de estabelecer corredores ecológicos para a conservação da floresta natural e manter a conectividade hidrológica entre as nascentes e as porções médias e baixas dos rios. As terras indígenas estabelecidas ao longo destas áreas, mesmo que de forma indireta, têm contribuído através do tempo, para manter os processos ecológicos, as águas e as matas ciliares, e, atualmente, estão se tornando fragmentos ou ilhas de floresta cercadas por extensas áreas de desmatamento e monoculturas estabelecidas na região. É prioritário o estabelecimento de unidades de conservação que permitam recuperar áreas degradadas e interligar as cabeceiras das bacias com os trechos inferiores dos rios.

8.6 Literatura citada

- Barthem, R.B. 1995. Development of commercial fisheries in the Amazon Basin and consequences for fish stocks and subsistence fishing. p.175-204. *In: Clüsener-Godt, M. & Sachs, I. (eds) Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon region. Paris, UNESCO. 311p. (Man and the Biosphere Series, 15)*
- Camargo, M.; Giarrizzo, T.; Isaac, V. 2004. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. *Ecotropica* 10:123-147.
- Camargo, M.; Giarrizzo, T.; Carvalho Jr., J. 2005. Levantamento Ecológico Rápido da Fauna Ictica de Tributários do Médio -Baixo Tapajós e Curuá. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais* 2(1):229-247.
- Camargo, M. & Lima Junior, W.M.A. 2007. Aspectos da biologia reprodutiva de seis espécies de peixes de importância comercial do médio Rio Xingu – Bases para seu manejo. *Uakari* 3(1):64-77.
- Camargo, M.; Gonçalves, A.; Carneiro, C.; Nisa e Castro, G.T. 2009. Pesca de consumo. *In: M. Camargo & Ghilardi, R. (eds.) Entre a terra as águas e os pescadores do médio rio Xingu – Uma abordagem ecológica. Belém, Eletronorte. 329p.*
- Carvalho Júnior, J.R. 2008. Composição e distribuição da ictiofauna de interesse ornamental do Estado do Pará. Dissertação de mestrado. Curso em Ciência Animal. Universidade Federal do Pará, UFPA.
- Gonçalves, A.; Camargo, M.; Carneiro, C.; Tambara, A.; de Paula, G.X. & Giarrizzo, T. 2009. A pesca de peixes ornamentais. *In: Camargo, M. & Ghilardi, R. (eds.) Entre a terra as águas e os pescadores do médio rio Xingu – Uma abordagem ecológica. Belém, Eletronorte. 329p.*
- Isaac, V.J.; Espírito Santo, R.; Carvalho de Almeida, M.; Almeida, O.; Roman, O.P.; Nunes, L.. 2008. Diagnóstico da pesca e da aquicultura do Estado do Pará - diagnóstico, tendência, potencial e política pública para o desenvolvimento do setor pesqueiro artesanal. Volume 2. Belém. http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/diag_pesca2008.php. Consultado em julho de 2009.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2004. Instrução Normativa Nº 5, de 21 de Maio de 2004. *Diário Oficial da União*, 102(1):136-142.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2008a. Instrução Normativa Nº, 203, de 22 de outubro de 2008. *Diário Oficial da União* 207(1):87-92.

- MMA (Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2008b. Instrução Normativa IBAMA 204, de 22 de outubro de 2008. Ministério de Meio Ambiente. Diário Oficial da União 207(1):91-92
- Neves, W. 1992. Sociodiversidade e Biodiversidade: Dois lados de uma mesma equação. In: Aragón, L.E. (org.). Desenvolvimento sustentável nos trópicos úmidos. Belém: UNAMAZ/UFPA. 634p. (Série Cooperação Amazônica, 13)
- Prang, G. 2007. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the UK market. *Revista Uakari* 3(1):7-51.
- Rapp Py-Daniel, L.H. & Zuanon, J.A.S. 2005. Description of a new species of *Parancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Xingu, Brasil. *Neotropical Ichthyology* 3(4):571-577.
- Torres, M.; Giarizzo, T.; Carvalho Jr., J.; Aviz, D.; Ataíde, M.; Andrade, M. 2008. Diagnóstico da pesca e da aquicultura do Estado do Pará - Diagnóstico, tendência, potencial, e políticas públicas da estrutura institucional para o desenvolvimento da pesca ornamental. Vol. 5, Belém, Secretaria de Estado de Pesca e Agricultura. http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/diag_pesca2008.php. Consultado em julho de 2009.

9 ICTIOFAUNA COMO INDICADORA DE SUBUNIDADES ECORREGIONAIS

Fernando G. Becker, Sandra Maria Hartz, José Luís Passos Cordeiro,
Renato A. M. Silvano

9.1 Introdução

A biodiversidade aquática pode ser analisada em diferentes escalas espaciais, desde uma perspectiva local até regional ou continental (Matthews, 1998). Localmente, a diversidade de peixes é influenciada por interações bióticas entre as espécies, no contexto de uma determinada heterogeneidade ambiental (Dauwalter *et al.*, 2008). Regionalmente, fatores fisiográficos e biogeográficos históricos determinam o conjunto (*pool*) total de espécies que compõem a ictiofauna de uma determinada bacia hidrográfica (Poff, 1997). Segundo Allan & Johnson (1997), a utilização de uma concepção espacial de sistemas lóticos sugere uma organização hierárquica, claramente expressa por diversos autores (Frissel *et al.*, 1986 Thorp *et al.*, 2008). De acordo com essa concepção hierárquica, os fatores de escala mais ampla influenciam e impõem limites aos padrões e fenômenos em escalas menores (O'Neill *et al.*, 1986), de forma que a delimitação de regiões geográficas amplas permite inferir características ecológicas em seu interior, as quais eventualmente podem ser utilizadas para planejamento e gestão ambiental. Portanto, é importante levar em consideração efeitos de hierarquia de escala quando o objetivo é gerenciar e conservar grandes sistemas aquáticos, pois estes efeitos influenciam a distribuição da biodiversidade aquática.

Sob essa perspectiva, uma abordagem de interesse para a conservação da biodiversidade aquática é a identificação de ecorregiões aquáticas (Higgins *et al.*, 2005). Ecorregiões podem ser definidas como unidades espaciais relativamente homogêneas em termos de ecossistemas aquáticos, organismos e características ambientais (Omernik, 1987). Segundo Zhou & Zheng (2008), uma ecorregião aquática consiste em uma unidade espacial de manejo ambiental, representando diferentes tipos de ecossistemas de água doce, devendo refletir também as atividades humanas sobre estes ecossistemas. Como parte de um sistema hierárquico de classificação, as ecorregiões representam o nível superior e mais amplo, podendo ser internamente subdivididas conforme a quantidade e tipo de dados disponíveis (Higgins *et al.*, 2005). Entretanto, a abordagem de ecorregiões foi originalmente proposta e aplicada para identificar áreas terrestres homogêneas a partir de conjuntos de dados sobre relevo, clima, fisionomias vegetacionais, e outras características ambientais (Crowley, 1967). Os padrões de

distribuição da biodiversidade seriam consistentes com estas regiões homogêneas, podendo a própria biota fornecer atributos para determinar uma ecorregião. Apenas recentemente essa abordagem tem sido aplicada a ambientes aquáticos (Gerritsen *et al.*, 2000; Van Sickle & Hughes, 2000; Abell *et al.*, 2008; Zhou & Zheng 2008). Em ambientes de água doce a ictiofauna tem sido um dos elementos da biodiversidade utilizados na definição e refinamento de ecorregiões (Higgins *et al.*, 2005; Dauwalter *et al.*, 2008; Grown & West, 2008).

Recentemente, o Ministério do Meio Ambiente do Brasil, em colaboração com as organizações não governamentais The Nature Conservancy e World Wildlife Fund, identificou e delimitou 25 ecorregiões aquáticas em território brasileiro, sendo uma delas a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós (MMA, 2007). Neste capítulo, avaliamos se subunidades da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, delimitadas a partir da fisiografia, apresentam relação com a composição de espécies em assembléias de peixes de riachos (localmente chamados de igarapés). Para tanto, utilizamos descritores fisiográficos para agrupar subunidades hidrográficas (SUHs) da ecorregião segundo três alternativas de classificação (terrestre, aquática e terrestre-aquática) e as comparamos com agrupamentos de SUHs baseados na composição de espécies de peixes e também com áreas de endemismo geradas por Análise de Parcimônia de Endemismo (Buckup *et al.*, Capítulo 7, neste volume).

9.2 Métodos

9.2.1 Classificação de subunidade ecorregionais

Para determinar subunidades ecorregionais dentro da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, partiu-se de uma divisão interna de unidades hidrográficas (SUHs), delimitadas e codificadas segundo o sistema de Otto Pfafstetter (Pfafstetter, 1989, *Ottobacias* nível 4), disponível junto à Agência Nacional de Águas (ANA, 2011). A Ecorregião possui 162 SUHs, porém devido a limitações de algumas variáveis e ao tamanho reduzido de algumas *Ottobacias*, as análises de fisiografia foram realizadas sobre uma matriz de 133 SUHs.

A análise da subdivisão fisiográfica ecorregional foi realizada de três formas alternativas. Primeiramente, foi produzida uma subdivisão ecorregional denominada como *terrestre* e outra, denominada *aquática* gerada de forma independente, baseada em descritores relacionados somente à hidrografia. Enquanto no primeiro caso o valor do descritor representa uma característica de toda a superfície de uma dada SUH, no segundo, foram utilizados apenas os valores do atributo correspondentes a pixels da malha hidrográfica dentro de determinada SUH. Adicionalmente, foi realizada uma

subdivisão ecorregional *aquático-terrestre* levando em consideração os dois tipos de descritores (Tabela 9-1; Figura 9-1).

Tabela 9-1. Descritores fisiográficos utilizados para caracterizar subunidades hidrográficas (*Ottobacias* nível 4) na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A coluna Categoria indica se o descritor foi utilizado para análise de subunidades ecorregionais terrestres (T) ou aquáticas (A).

Atributo	Fonte	Número de descritores	Categoria
Altitude média dos rios	Modelo numérico de terreno SRTM (metros)	1	A
Declividade média dos rios	Geoprocessamento a partir do modelo numérico de terreno SRTM (declividade %)	1	A
Amplitude altitudinal da hidrografia	Geoprocessamento a partir do modelo numérico de terreno SRTM (metros)	1	A
Densidade de drenagem	Extensão de rios em relação à área da SUH (km/km ²)	1	A
Geologia	Quatro classes de rochas (metamórficas, ígneas, sedimentares, outras); área % na SUH	4	T
Relevo	Seis classes (Planícies fluviais, Tabuleiros, Colinas, morros e serras baixas, Superfícies aplainadas, Chapadas e platôs, Planaltos e baixos platôs); área % na SUH	6	T
Vegetação	Seis classes (Contato Floresta Ombrófila - Floresta Estacional, Contato Savana - Floresta Estacional, Contato Savana - Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa, Savana); área % na UH	6	T
Clima	PCA1 e PCA2 (valores médios dos escores das SUH para o primeiro e segundo componentes principais de PCA sobre nove variáveis climáticas (Apêndice 9.6)	2	T

Estes três esquemas de subdivisão ecorregional baseados em fisiografia foram considerados como hipóteses alternativas de refinamento interno da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Cada uma dessas alternativas foi avaliada em função de sua consistência com a composição de ictiofauna de igarapés, de forma que a melhor alternativa seria aquela que melhor relação apresentasse com a ictiofauna.

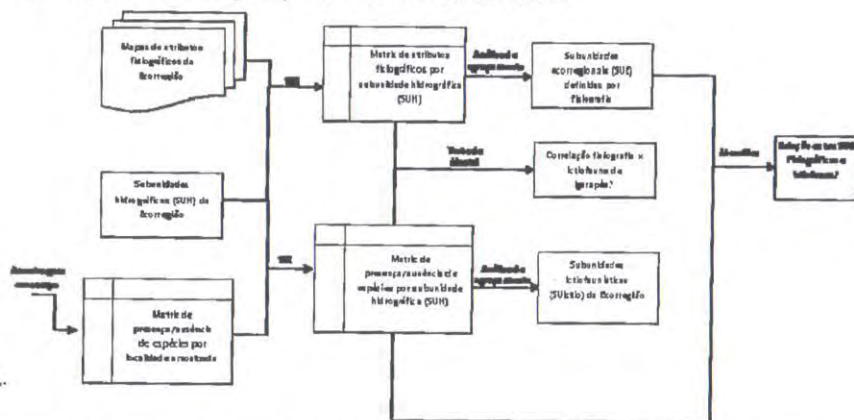


Figura 9-1. Representação esquemática do método para avaliar a relação entre fisiografia e ictiofauna em subunidades hidrográficas ecorregionais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. As análises de agrupamento e de similaridade média (MeanSim) estão descritas no texto. SIG indica operações de geoprocessamento; SUH, Subunidades Hidrográficas; SUE, Subunidades Ecorregionais Fisiográficas; SUIctio, subunidades ecorregionais baseadas em composição de espécies de peixes em igarapés.

Para obtenção de descritores relativos ao clima utilizamos nove variáveis climáticas derivadas de temperatura e pluviosidade e que representam tendências anuais de modelos climáticos globais (Hijmans *et al.*, 2005) (Apêndice 9.6) em uma Análise de Componentes Principais (PCA), objetivando extrair descritores climáticos que sintetizam o gradiente climático na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. A PCA foi realizada sobre a matriz de correlação entre as nove variáveis e as 133 SHUs. Os dois primeiros componentes principais foram utilizados como descritores climáticos na análise das SHUs.

Uma vez estabelecida a matriz de variáveis fisiográficas por SHUs, os dados foram transformados segundo as funções $\log(x+1)$ ou $\arcseno(x)$, dependendo da variável. Sobre essa matriz realizou-se uma análise de agrupamento pelo método

k-means (Legendre & Legendre, 1998), buscando formar conjuntos de SHUs com fisiografia semelhante, constituindo assim as subunidades fisiográficas ecorregionais (SUEs). O algoritmo *k-means* forma agrupamentos iterativamente, buscando minimizar a variabilidade dentro de grupos e maximizar entre os grupos. Utilizamos distâncias euclidianas ao quadrado, reescaladas a partir de valores normalizados das variáveis fisiográficas (*i.e.*, valores variando de 0 a 1); as observações que formaram inicialmente os centros de agrupamento foram selecionadas aleatoriamente. O número de agrupamentos foi definido segundo um procedimento de validação cruzada em que a amostra é aleatoriamente subdividida em $k-1$ subamostras de treinamento, sendo a análise realizada sobre cada subamostra (*k-fold partitioning*; Fielding & Bell, 1997). Os resultados são então aplicados à amostra k (não utilizada no treinamento) para computar uma estatística que avalia o quão bem as observações da amostra podem ser alocadas a clusters gerados com as $k-1$ subamostras de treinamento.

Em síntese, assumimos que SUEs podem ser definidas como conjuntos de SHUs cuja fisiografia é similar e geramos três hipóteses alternativas de SUEs baseadas em fisiografia ("aquáticas", "terrestres" e "aquático-terrestres").

9.2.2 Ictiofauna

Para caracterizar a ictiofauna de cada SUH, foram utilizados dados primários de composição de espécies, obtidos segundo o procedimento de amostragem descrito por Buckup *et al.* (Capítulo 7, neste volume). A amostragem caracterizou-se por um esforço exaustivo de coleta em cada ponto amostral, visando registrar o maior número de espécies possível em cada local, utilizando-se diversos métodos de captura. Por esta razão, assume-se que as amostras são representativas da riqueza local de peixes em igarapés durante o período de estudo (setembro-outubro 2008). Nas análises aqui apresentadas, foram utilizados somente os dados de coletas diurnas, em igarapés, com amostragens padronizadas (ver Buckup *et al.*, Capítulo 7, neste volume), totalizando um universo de 56 locais amostrados em 22 subunidades hidrográficas SHUs, onde foram registradas 317 espécies de peixes. Excluímos dados obtidos em coletas noturnas, em ambientes distintos dos igarapés (calha e margem de rios médios e grandes, lagos), capturados por meio de métodos distintos das amostragens padrão (*e.g.*, espinhel) ou com esforço muito reduzido.

Com os dados de composição foi gerada uma matriz de presença (1) e ausência (0) das espécies de peixes em cada local de amostragem, sendo que os dados dos locais de amostragem foram posteriormente agrupados para composição da matriz de presença/ausência de espécies por SUH. Para agrupar as SHUs em subunidades

ecorregionais baseadas em composição de espécies de peixes em igarapés (SULctio's), utilizamos o método de WPGMA (média aritmética ponderada) com coeficiente de similaridade binário de Jaccard (Legendre & Legendre, 1998). A nitidez da partição dos grupos foi analisada utilizando-se um método com amostragem *bootstrap*, conforme descrito em Pillar (1999) e implementado no *software* Multiv 2.4.2 (Pillar, 2006). Este método gera probabilidades $P(G^{\circ} \leq G^*)$. Se $P(G^{\circ} \leq G^*)$ não for maior do que um valor preestabelecido, conclui-se com probabilidade $P(G^{\circ} \leq G^*)$ de erro que os k grupos da partição não são nítidos o suficiente para aparecer repetidamente na reamostragem. Caso contrário, aceita-se a hipótese nula, concluindo-se que não há evidência para refutar que os grupos são nítidos (Pillar, 1999). Adicionalmente, examina-se o efeito do número de amostras sobre $P(G^{\circ} \leq G^*)$, esperando-se que ocorra tendência à estabilização nos seus valores com o aumento do tamanho amostral.

9.2.3 Relação entre comunidades de peixes e fisiografia

A partir da matriz de atributos fisiográficos de cada SUH, calculou-se uma matriz de distâncias entre SUHs. Utilizou-se a distância de Gower (Gower, 1971), cujo cálculo envolve uma padronização pela amplitude, igualando os intervalos de variação de variáveis mensuradas em diferentes escalas (Snelder *et al.*, 2007). Já para os dados de ictiofauna, obtivemos uma matriz de distâncias entre SUHs em função da presença ou ausência de espécies, utilizando o índice de Jaccard (Legendre & Legendre, 1998).

A correlação entre comunidades de peixes e fisiografia foi testada por meio do teste de Mantel (Legendre & Legendre 1998), aplicado à correlação entre cada uma das três matrizes de distâncias fisiográficas (*aquática*, *terrestre* e *aquático-terrestre*) e a matriz de distâncias de composição de espécies de peixes.

Adicionalmente, a consistência da estrutura de subunidades ecorregionais (SUEs) determinada por fisiografia foi avaliada em função da composição de espécies de peixes nessas SUEs. Para tanto, empregamos a estatística FC (Força de Classificação) gerada pela Análise de Similaridade Média (*Mean Similarity*, Van Sickle, 1997; Van Sickle & Hughes, 2000) que compara a similaridade média da ictiofauna dentro de SUEs (W) com a similaridade média entre SUEs (B), sendo $FC = W - B$. Valores de FC próximos de 0 indicam baixa força de classificação (Van Sickle, 1997). A significância dos valores de FC para cada alternativa de subdivisão ecorregional foi testada por meio de testes de permutação, conforme descrito em Van Sickle (1997) e Van Sickle & Hughes (2000). A Análise de Similaridade Média foi realizada com o *software* MeanSim 6.0 (Van Sickle, 1997; http://www.epa.gov/wed/pages/models/dendro/mean_similarity_analysis.htm). Por fim, comparamos visualmente os mapas representativos das diferentes SUEs e SULctio's com

os agrupamentos de SUHs resultantes da Análise de Parcimônia de Endemismo realizadas por Buckup *et al.* (Capítulo 7, neste volume).

9.3 Resultados

9.3.1 Subunidades ecorregionais fisiográficas (SUEs)

A análise de agrupamento *k-means* baseada na fisiografia indicou que as SUH da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós podem ser agrupadas em cinco ou seis SUEs dependendo do conjunto de atributos fisiográficos utilizado (*aquáticos*, *terrestres*, ou *aquático-terrestres*; Tabela 9-2). Entretanto, o erro de treinamento produzido pelo processo de validação cruzada foi consideravelmente menor para os agrupamentos produzidos somente com variáveis aquáticas, sugerindo que os agrupamentos assim produzidos são mais consistentes do que aqueles gerados utilizando somente variáveis terrestres ou variáveis terrestres e aquáticas conjuntamente. Por esta razão, somente os resultados para as SUE aquáticas serão aqui mostrados.

Tabela 9-2. Resultado da análise agrupamento *k-means* para 133 subunidades hidrográficas (SUHs) da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Número de agrupamentos determinado pelo método de validação cruzada com k amostras de treinamento (999 iterações, k = 10, número máximo de clusters = 10; menor decréscimo % = 5 %).

Critério de agrupamento	Atributos utilizados	Número de SUEs resultantes	Número de SUHs por SUE	Erro de treinamento
Aquático	Fisiografia associada à rede hidrográfica	5	12 a 46	0,040
Terrestre	Fisiografia terrestre	3	7 a 33	0,437
Aquático-Terrestre	Ambos	6	20 a 31	0,661

As SUEs produzidas com base na fisiografia aquática distinguem-se em todos os atributos fisiográficos (Tabela 9-3), embora as principais diferenças devam-se à declividade média dos cursos d'água e à sua variabilidade dentro da bacia (Figura 9-2).

Tabela 9-3. Análise de Variância comparando grupos de SUHs (n = 133) em função de atributos fisiográficos aquáticos. Os grupos foram gerados pela análise de agrupamentos *k-means*.

Atributo	Acrônimo	SQEntre	df	SQDentro	df	F	P
Declividade média dos rios e igarapés	Dec_media_rios	110,1	4	0.375	128	9396,0	0.00
Coefficiente de variação da declividade de rios	Dec_CV_rios	1092,2	4	0.038	128	927574,6	0.00
Altitude média de rios	Alt_mean	787,0	4	3.215	128	7833,9	0.00
Densidade de drenagem	Dren_dens	5016,6	4	34.336	128	4675,3	0.00

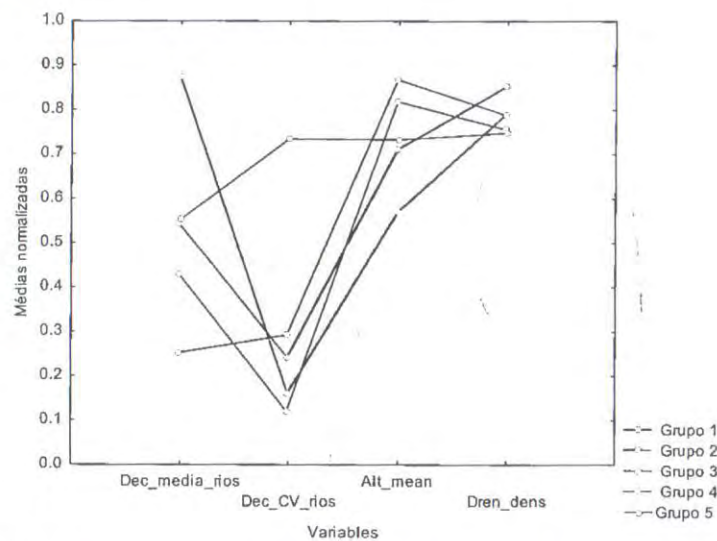


Figura 9-2. Comparação entre as médias normalizadas dos atributos fisiográficos entre os cinco agrupamentos (SUEs) resultantes da análise de *k-means* sobre atributos fisiográficos aquáticos. Acrônimos das variáveis conforme Tabela 9-3.

Apesar desses resultados, a visualização espacializada dos agrupamentos de SUHs que compõe cada uma das cinco SUEs baseadas em fisiografia mostra consistência geográfica complexa (Figura 9-3). Por exemplo, a SUE 1 (Figura 9-3) apresenta-se fragmentada em áreas disjuntas, situadas em porções muito diversas da ecorregião, sugerindo que a utilização de outras variáveis seria necessária para uma melhor caracterização e agrupamento das SUHs em SUEs. Além disso, as SUEs 1 e 2 apresentam uma grande extensão latitudinal, incluindo tanto áreas de Cerrado (ao sul) como áreas de bioma amazônico (ao norte), as quais são fisiograficamente distintas tanto em termos de ambiente aquático como terrestre. Uma vez que essa distinção não foi evidenciada nos resultados, é possível que as variáveis fisiográficas disponíveis não sejam adequadas ou suficientes para caracterizar com fidelidade a tipologia de ambientes existente. A disposição geográfica das SUEs "aquáticas" sugere ainda um gradiente sul-norte, desde as áreas planálticas de Cerrado (sul) em direção às baixadas amazônicas cobertas por floresta pluvial, até a calha do rio Amazonas (norte).

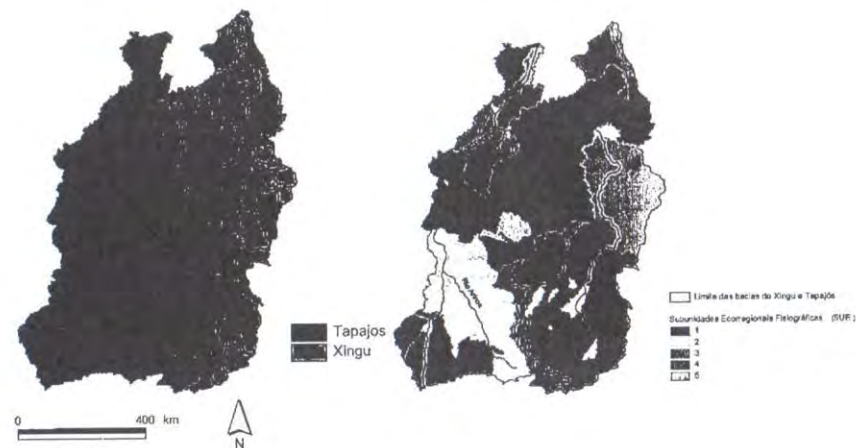


Figura 9-3. Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. (a) Subunidades hidrográficas (SUHs; Ottobacias nível 4). (b) Subunidades ecorregionais (SUEs) resultantes do agrupamento das SUH a partir de descritores fisiográficos associados à hidrografia. Áreas em branco não foram incluídas na análise de agrupamentos.

9.3.2 Agrupamentos de SUHs por similaridade de ictiofauna

A análise de agrupamentos das SUHs conforme composição de espécies indicou que cinco grupos de SUHs podem ser considerados nítidos, com $P(G^{\circ} \leq G^*) > 0,10$ (Figura 9-4, Figura 9-5). Estes agrupamentos de SUHs podem então ser considerados Subunidades Ecorregionais definidas por composição de ictiofauna (SUlctios). Ainda que, dentro dos agrupamentos (SUlctios) a similaridade geral não seja elevada (Figura 9-4), as diferenças na composição das espécies entre os cinco grupos são evidenciadas tanto pela ocorrência de espécies exclusivas, quanto pela proporção de SUHs em que cada espécie ocorre dentro dos agrupamentos (Figura 9-7). Dos agrupamentos formados apenas o SUlctio 5 não contém qualquer espécie de ocorrência exclusiva (Figura 9-6; Apêndice 9.6). A SUlctio 1 apresenta apenas duas espécies exclusivas. As SUlctios 2, 3 e 4 apresentam respectivamente 47,7 %, 22,8 % e 39,3 % de espécies exclusivas. Verificou-se ainda que o agrupamento SUlctio 2 (Figura 9-4, Figura 9-5) inclui SUHs pertencentes às bacias do Tapajós e do Xingu, sugerindo uma situação biogeograficamente complexa (ou necessidade de amostragem de maior número de locais e SUHs).

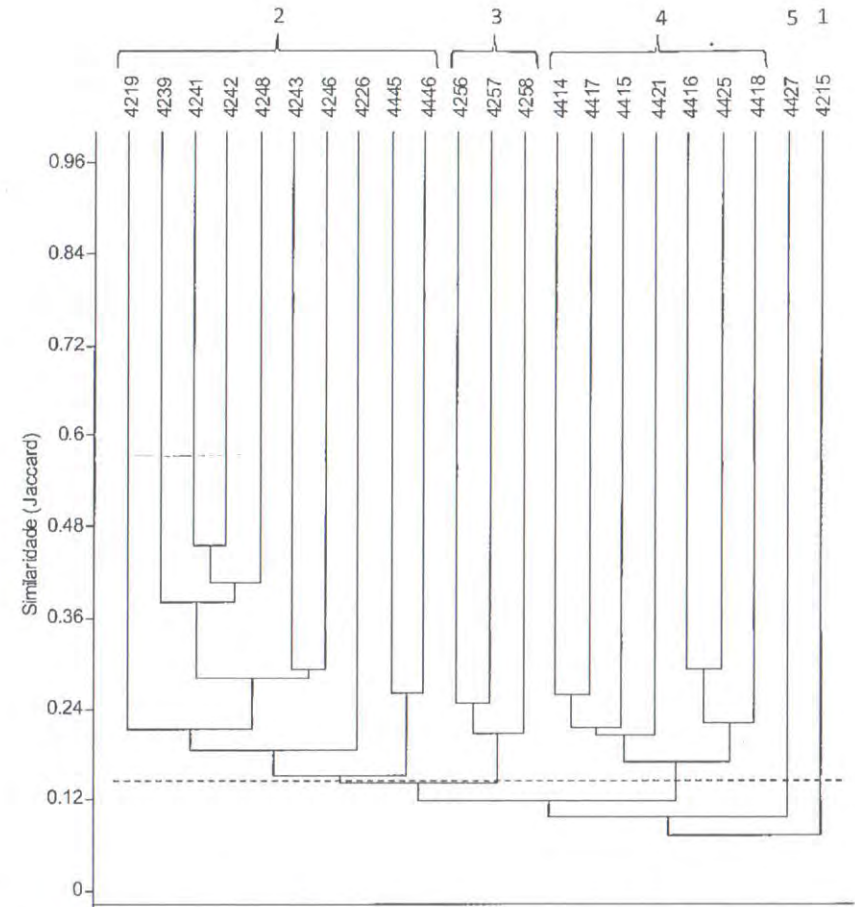


Figura 9-4. Dendrograma de similaridade na composição de espécies de peixes de igarapés entre subunidades hidrográficas (SUHs) da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Linha tracejada indica ponto de corte em que os agrupamentos são nítidos ($P(G^{\circ} \leq G^*) > 0,10$). Números na parte superior do dendrograma correspondem aos identificadores dos agrupamentos (SUlctios) representados na Figura 9-5.

A baixa similaridade entre as SUHs de um mesmo agrupamento provavelmente deve-se à grande proporção de espécies que ocorreram em apenas um local (38,8 %) ou dois locais (24,9 %), dentre os 56 amostrados. Estas espécies representam 63,7 % das 317 capturadas em igarapés.

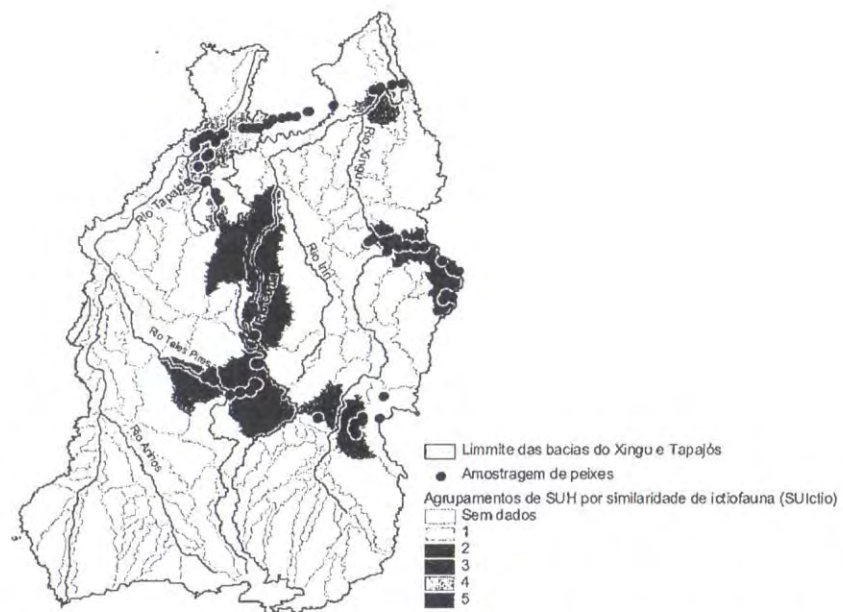


Figura 9-5. Mapa dos agrupamentos de SUHs da Ecorregião Aquática Xingu- Tapajós segundo similaridade de composição de espécies de peixes em igarapés (SUIctios).

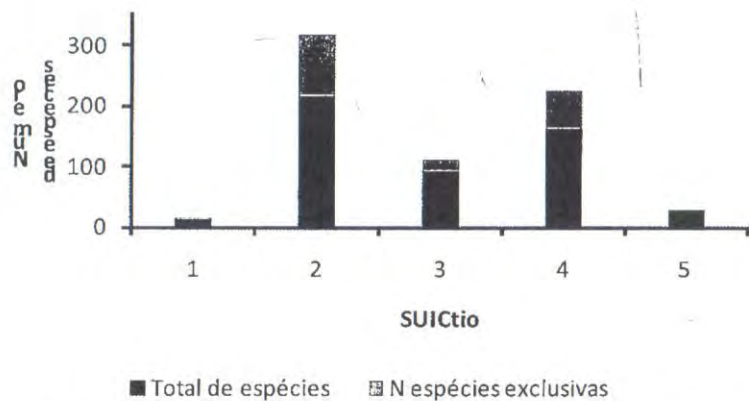


Figura 9-6. Proporção de espécies de peixes que ocorrem exclusivamente em cada SUIctio.

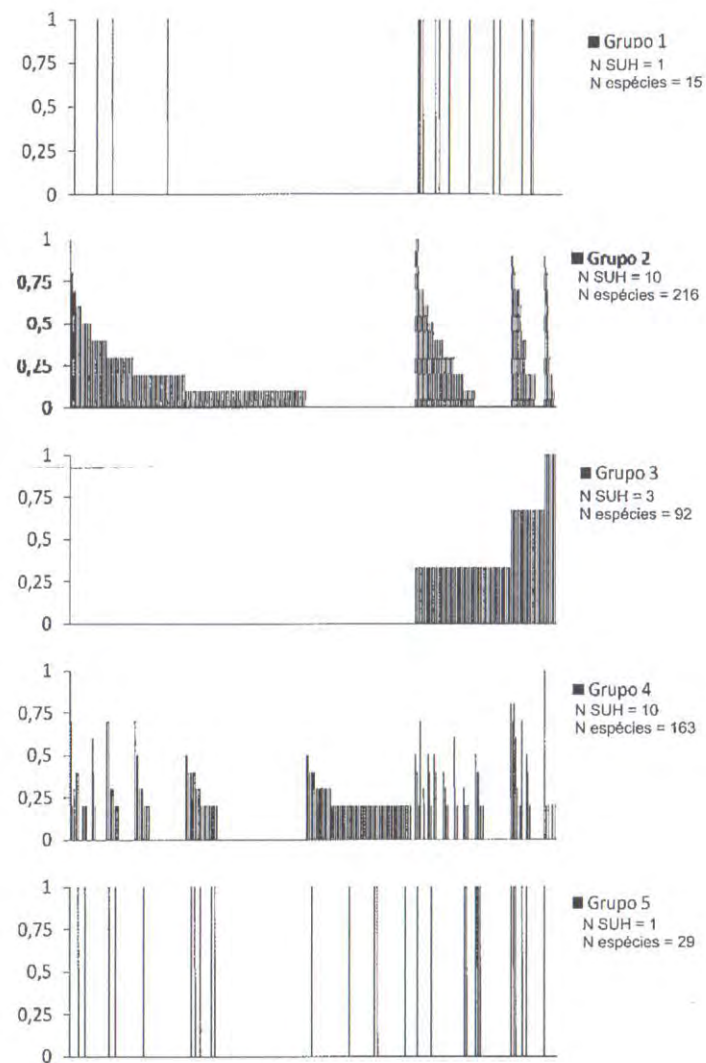


Figura 9-7. Frequência relativa de ocorrência das espécies nos cinco grupos de subunidades hidrográficas (SUHs) produzidos pela análise de similaridade de composição de espécies de peixes em igarapés. A sequência de disposição das espécies na abscissa é igual nos cinco gráficos, permitindo observar as espécies exclusivas de cada grupo (ver Anexo IV).

9.3.3 Relação entre subunidades ecorregionais (SUEs) e ictiofauna

Os testes de correlação de Mantel indicaram ausência de correlação entre a matriz de ictiofauna e as matrizes de fisiografia *terrestre* ($r = 0.050$; $p = 0.23$) e *aquático-terrestre* ($r = 0.049$; $p = 0.25$). Porém, foi encontrada correlação fraca, mas significativa, com a matriz de fisiografia *aquática* ($r = 0.33$; $p = 0.0003$), indicando que as diferenças na composição de ictiofauna de Igarapés possuem relação com as diferenças fisiográficas entre as SUHs.

A análise de similaridade média também indicou que, das três alternativas de subdivisão ecorregional baseadas em fisiografia, apenas aquelas que incluem atributos fisiográficos aquáticos produzem agrupamentos de SUHs consistentes em termos de composição de ictiofauna (Tabela 9-4). A consistência dos agrupamentos é indicada por valores significativos ($p < 0.05$) da Força de Classificação (FC), o que significa que a composição de espécies de peixes de Igarapés é mais similar dentro de cada SUE do que entre elas. Entretanto, apesar de significativa, a FC é muito fraca, como indicado pelos baixos valores de FC, bem menores que um e próximos a zero.

Tabela 9-4. Resultado da Análise de Similaridade Média para as três alternativas de subdivisão ecorregional baseadas em fisiografia. W = similaridade média da ictiofauna dentro de cada SUE; B = similaridade média da ictiofauna entre SUE; FC = Força de Classificação = W - B.

Esquema de subdivisão ecorregional	W	B	FC	p
SUEs <i>Aquáticas</i>	0.195	0.128	0.067	< 0.0001
SUEs <i>Terrestres</i>	0.151	0.139	0.012	0.1338
SUEs <i>Aquático-Terrestre</i>	0.164	0.135	0.029	0.0098

9.4 Discussão

A tentativa de formar subunidades ecorregionais fisiográficas (SUEs) com base no agrupamento das Ottobacias produziu subunidades com áreas espacialmente disjuntas. Isso foi observado para qualquer das três alternativas metodológicas de constituição das SUEs, ou seja, com utilização apenas de atributos fisiográficos terrestres, apenas atributos associados à hidrografia, ou ambos. Por outro lado, as SUEs formadas com base em apenas quatro atributos associados à hidrografia (SUEs *aquáticas*) foram comparativamente mais consistentes do que as outras alternativas baseadas em atributos fisiográficos terrestres, o que é mais coerente e desejável do ponto de vista de refinamento da ecorregião.

Entretanto, para que SUEs tenham relevância ecológica, inclusive para fins de aplicação em conservação, é necessário que haja correlação com características da biodiversidade (Lyons, 1982; Hughes *et al.*, 1987; Gerritsen *et al.*, 2000; Jenerette *et al.*, 2002; Dauwalter *et al.*, 2008). Para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, os resultados mostraram uma fraca (ainda que significativa) relação das diferenças fisiográficas entre SUHs (Ottobacias) com as diferenças na composição de espécies de peixes entre essas mesmas SUHs. Além disso, os resultados da Força de Classificação (Van Sickle, 1997) mostraram que a similaridade da ictiofauna dentro das SUEs é muito baixa, ainda que as SUEs "aquáticas" sejam sustentadas estatisticamente. Uma das razões para essa baixa similaridade certamente é a grande quantidade de espécies que ocorreram apenas em um ou dois locais de amostragem (63,7 % das 317 espécies registradas em Igarapés). Isto implica em uma diversidade beta (entre locais) extremamente elevada, mas também sugere a necessidade de um esforço amostral (número de locais amostrados) ainda mais elevado do que o realizado neste estudo ($n = 56$). O reflexo disso sobre os resultados é que, além da fraca correlação com a fisiografia das SUHs, parece haver pouca consistência geográfica nos agrupamentos de SUHs baseados na similaridade de espécies de peixes e mesmo das áreas de endemismo definidas pela APE (ver discussão adiante). Um eventual esforço adicional de amostragem na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós deve ser especialmente direcionado a representar cada SUH amostrada (sejam Ottobacias ou qualquer outro tipo de subunidade) com números similares de pontos de amostragem, bem como a amostrar números similares de SUHs dentro das SUEs.

A correlação fraca entre composição de espécies de peixe de Igarapés e fisiografia aquática (e nenhuma correlação com fisiografia terrestre) parece contraditória com diversos estudos que mostram boa correlação de peixes de riachos com a fisiografia aquática e mesmo com a terrestre (Van Sickle & Hughes, 2000; Heino, 2001; Hughes *et al.*, 2006; entretanto veja Newall & Magnuson, 1999, e McCormick *et al.*, 2000). Diversos fatores podem ter contribuído para essa fraca correlação entre descritores fisiográficos aquáticos e ictiofauna.

Primeiramente, a utilização de subunidades hidrográficas definidas *a priori* (Ottobacias nível 4) como unidades espaciais de análise fisiográfica pode ser inadequada para definir subunidades ecorregionais aquáticas (SUEs) baseadas em fisiografia. A delimitação de Ottobacias (Pfafstetter, 1989) não leva em conta qualquer característica fisiográfica, exceto o divisor de águas. Logo, dentro dos limites de uma única Ottobacia podem existir condições fisiográficas muito diversas (Figura 9-8), o que dificulta o estabelecimento de relações estatísticas com dados de composição de espécies de peixes. Assim, dependendo do local exato onde forem obtidas as amostras dentro das

SUHs, a relação entre fisiografia e a composição de espécies de peixes pode ser mais fraca ou mais forte. Dessa forma, a escala em que foram realizadas as amostragens de peixes (trechos de igarapés) não é inteiramente compatível com a escala em que foram analisados os dados fisiográficos (Ottobacias). Esse aspecto está relacionado com a característica descontínua de rios (Poole, 2002). A descontinuidade de habitats, representada por variação nas características locais da geomorfologia fluvial ao longo dos rios, determina que a biota aquática responda a essas características de escala refinada. Por essa razão, a biota de um determinado segmento de rio não é necessariamente mais similar àquela de segmentos vizinhos, podendo ocorrer marcada descontinuidade dentro de um mesmo rio (Poole, 2002; Thorpe *et al.*, 2008). A característica descontínua do habitat ao longo dos rios impõe a necessidade de grande e planejado esforço amostral para caracterizar a biota fluvial em regiões extensas. Esse problema poderia ser contornado em estudos futuros, procurando-se realizar uma amostragem mais abrangente em cada Ottobacia, e definindo-se uma estratificação por fisiografia. Inevitavelmente, será necessário um grande esforço de campo sob condições logísticas adversas (grande extensão da bacia, poucas estradas e limitado acesso por navegação).

Outro fator envolve a dificuldade em obter descritores fisiográficos aquáticos para uma classificação de subunidades ecorregionais. Para ecorregiões terrestres, dispõe-se de dados espacializados para diversas variáveis (vegetação, geologia, relevo, etc.), os quais podem ser utilizados para identificação de subunidades terrestres em toda a superfície de uma ecorregião. Porém, o mesmo não ocorre com ambientes aquáticos. Quando muito, dispõe-se da malha hidrográfica, a qual pode ser usada como molde para extrair valores dos descritores terrestres que se sobrepõe aos segmentos de cursos d'água (procedimento utilizado neste trabalho). Essa é, entretanto, uma prática de alcance limitado, devido a inconsistências de georreferenciamento e escala de mapeamento dos dados em relação à malha hidrográfica mapeada.

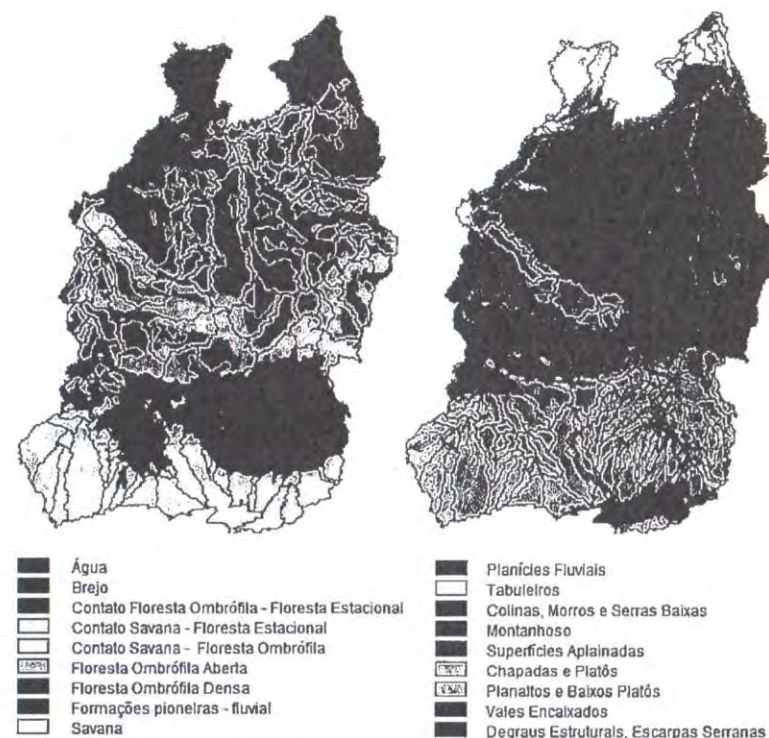


Figura 9-8. Sobreposição dos limites das subunidades hidrográficas (SUHs; Ottobacias nível 4) com diferentes atributos fisiográficos na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Observa-se que diversas SUHs apresentam mais de uma categoria de cada atributo em seu interior.

Descritores relacionados à hidrologia (Poff, 1997; Poff & Allan, 1995; Wagener *et al.*, 2007) seriam extremamente importantes para a caracterização de subunidades ecorregionais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. Esta Ecorregião abrange uma extensa área com regimes climáticos diferenciados (Apêndice 9.6), que certamente produzem regimes hidrológicos também distintos, e que por sua vez devem determinar diferenças na biota (Hoeinghaus *et al.*, 2003). Na Amazônia, a influência do regime hidrológico, de fato, parece ser um fator importante para determinar diferenças na composição de espécies da icitiofauna (Lowe-McConnel, 1987; Winemiller, 1996; Hoeinghaus *et al.*; 2003; Galacatos *et al.*, 2004). Certamente a dinâmica hidrológica de

riachos sob influência da planície de inundação difere daquela de riachos de áreas de planalto ou serranas, determinando regimes de perturbação hidrológica (Stanley *et al.*, 2010) particulares e biotas distintas entre esses ambientes (Matthews, 1998; Suárez & Petrere Jr., 2007; Teresa & Romero, 2010). Além disso, é possível que haja um papel mais relevante das interações biológicas (movimentos das espécies migradoras, relações predador-presa) na organização das comunidades (Pavanelli & Caramaschi, 2003; Hoeninghaus *et al.*, 2004; Suárez & Petrere Jr., 2007) em comparação com a influência de características físicas de hábitat, apontadas como decisivas em ambientes temperados do Hemisfério Norte (Hughes *et al.*, 2006).

Uma forma alternativa de examinar a adequação das SUEs *aquáticas* é compará-las com as áreas de endemismo indicadas pela Análise de Parcimônia de Endemismo (APE) realizada por Buckup *et al.* (Capítulo 7, neste volume). A inspeção visual da Figura 9-9 indica que a APE gerou um resultado relativamente distinto da análise de similaridade. Embora o número de agrupamentos de SUHs seja semelhante (7 por endemismo x 6 por similaridade), a coincidência espacial e composição dos grupos é pouco consistente. Isto demonstra que há um sinal biogeográfico não evidenciado pela análise da similaridade taxonômica simples (Jaccard). Quando os resultados de ambas abordagens, APE (Figura 9-9a) e similaridade (Figura 9-9c) são comparados com o mapa de SUEs fisiográficas, pode-se dizer que as áreas geradas pela APE parecem sutilmente mais adequadas. O resultado da APE, mostra que há consistência entre as áreas 1, 2 e 7 e as SUEs 1, 4 e 5, respectivamente. A SUE 3, porém inclui SUHs de pelo menos quatro diferentes áreas de endemismo, o que insere certa dose de inconsistência entre endemismo e SUE. Quanto ao resultado da análise de similaridade, há consistência das SUHs 3, 4 com as SUEs 4, 3, respectivamente, sendo que nenhuma SUE inclui mais do que três SUHs. As demais subunidades, tanto de endemismo como de similaridade, estão incluídas em pelo menos duas SUEs ou vice-versa.

Os resultados da APE (ver cladograma na Figura 7-3 em Buckup *et al.*, Capítulo 7, neste volume) e também da análise de similaridade (Figura 9-9c), indicam que, em certas regiões há uma relação muito próxima entre as ictiofaunas da bacias do Xingu e do Tapajós. Isto parece sustentar a unidade da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, embora por outro lado implique na existência de uma complexidade biogeográfica que ainda deve ser esclarecida. A Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós apresenta portanto relativa sustentação interna em termos de ictiofauna, já além do que foi exposto, cerca de 30 % das 336 espécies de peixe amostradas em Igarapés ocorrem tanto na bacia do Xingu como na do Tapajós.

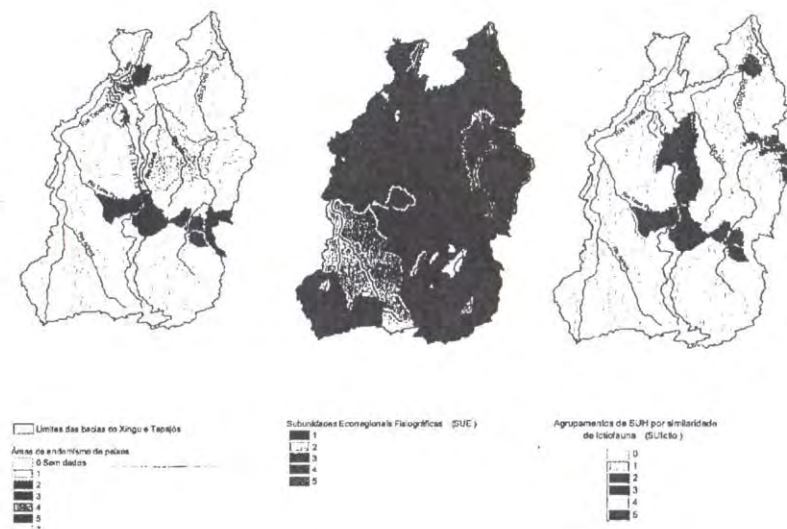


Figura 9-9. (a) Áreas de endemismo de peixes geradas pela Análise de Parcimônia de Endemismo (Buckup *et al.*, Capítulo 7, neste volume), (b) subunidades ecorregionais fisiográficas “aquáticas” e (c) subunidades baseadas em similaridade da composição de espécies de peixes em Igarapés. Diferenças quanto às SUH analisadas em (a) e (c) devem-se ao fato de que em (c) apenas amostras padronizadas em Igarapés foram analisadas.

Em síntese, pode-se dizer que o delineamento de subunidades ecorregionais com base na fisiografia de Ottobacias nível 4 é frágil, pois não apresenta relação forte com a ictiofauna de Igarapés. Ainda assim, dentre as três alternativas de refinamento, as SUEs baseadas em descritores associados à hidrografia foi a que mostrou melhor resultado, indicando pelo menos cinco subunidades ecorregionais. Em função da fragilidade da relação das SUEs com a ictiofauna, estas subunidades requerem mais estudos antes que possam ser consideradas válidas. Estes estudos incluem (a) a obtenção de dados de campo representativos de maior número de locais e de subunidades ecorregionais básicas (Ottobacias, no presente trabalho), (b) teste de diferentes esquemas de delimitação de subunidades ecorregionais básicas (diferentes do sistema de Ottobacias), (c) busca de descritores fisiográficos diferentes dos aqui utilizados ou que sejam mapeados em escala mais refinada, para fins de associação com a malha hidrográfica, (d) utilização de descritores ou tipologias hidrológicas que caracterizem as unidades ecorregionais básicas, (e) incorporação de conceitos ecológicos de rios às metodologias

de compartimentalização ecorregional (Townsend, 1996; Benda *et al.*, 2004; Higgins, 2005; Thorp *et al.*, 2008) e (e) complementação dos dados de ictiofauna a partir da revisão de material depositado em coleções ictiológicas. Para o aperfeiçoamento do delineamento, é necessária a expansão do número de locais amostrados em todas as SUEs. As SUEs aquáticas 1 e 4 abrangem áreas extensas e certamente requerem refinamento, tanto da análise fisiográfica (teste de outros descritores ou melhores mapeamentos) como da análise de ictiofauna (amostragem de maior número de locais e SUHs). É provável que, se forem inseridas amostras adequadas da ictiofauna de cabeceiras das bacias do Xingu e do Tapajós, encontremos padrões distintos de composição de espécies de peixes.

Deve-se destacar ainda a grande variabilidade de composição de espécies entreigarapés e SUHs, evidenciada pelo elevado número de espécies raras nas amostras. Esta característica implica que a tarefa de delineamento de subunidades ecorregionais é inevitavelmente complexa, especialmente quando se espera que tais subunidades tenham sustentação ecológica suficiente para servir como base para gestão aplicada à conservação de biodiversidade. A variabilidade na composição da ictiofauna observada entre SUHs sugere que não há como conservar uma parcela razoável das espécies de peixes de igarapés amazônicos através de um pequeno número de áreas protegidas. Pelo contrário, essa variabilidade aponta para uma estratégia que, além das unidades de conservação, busque garantir a integridade ambiental de forma mais generalizada dentro da Ecorregião como um todo. Esse fato é especialmente relevante já que há potencial para construção de pelo menos 15 usinas hidrelétricas (UHEs) na bacia do rio Tapajós, além da UHE de Belo Monte no Xingu (SIGEL, Ministério de Minas e Energia, <http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm>, consulta em 13 de agosto de 2010).

2.5 Literatura citada

- Abell, R.; Thieme, M.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kottelat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Contreras-Balderas, S.; Bussing, W.; Stiassny, M.L.J.; Skelton, P.; Allen, G.R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Ng, R.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo, E.; Higgins, J.; Heibel, T.J.; Wikramanayake, E.; Olson, D.; Lopez, H.L.; Reis, R.E.; Lundberg, J.G.; Sabaj Perez, M.H.; Petry, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation *BioScience* 58:403-414.
- Abellan, J.D. & Johnson, L.B. 1997. Catchment-scale analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology* 37:107-111.
- ANA (Agência Nacional de Águas). 2011. Ottobacias. Disponível em <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/ottobacias.asp>. Acessado em 08/04/2011.
- Benda, L. E.; Poff, N. L.; Miller, D.; Dunne, T.; Reeves, G.; Pess, G.; Pollack, M. 2004. The network dynamics hypothesis: how channel networks structure riverine habitats. *BioScience* 54:413-427.
- Crowley, J.M. 1967. Biogeography. *Canadian Geographer* 11:312-326.
- Dauwalter, D.C.; Splinter, D.K.; Fisher, W.L.; Marston, R.A. 2008. Biogeography, ecoregions, and geomorphology affect fish species composition in streams of eastern Oklahoma, USA. *Environmental Biology of Fishes* 82:237-249.
- Fielding, A. H. & Bell, J. F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/ absence models. *Environm. Cons.* 24 (1):38-49.
- Frissell, C.A.; Liss, W.J.; Warren, C.E.; Hurley, M.D. 1986. A hierarchical framework for stream habitat-classification: viewing streams in a watershed context. *Environ. Manag.* 10:199-214.
- Galacatos, K.; Barriga-Salazar, R.; Stewart, D.J. 2004. Seasonal and habitat influences on fish communities within the lower Yasuni River basin of the Ecuadorian Amazon. *Environmental Biology of Fishes* 71:33-51.
- Gerritsen, J.; Barbour, M.T.; King, K. 2000. Apples, oranges, and ecoregions: on determining pattern in aquatic assemblages. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 19(3):487-496
- Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27:857-874.
- Growns, I. & West, G. 2008. Classification of aquatic bioregions through the use of distributional modeling of freshwater fish. *Ecological Modelling* 217:79-86.
- Heino, J. 2001. Regional gradient analysis of freshwater biota: Do similar biogeographic patterns exist among multiple taxonomic groups? *J. Biogeogr.* 28:69-76.
- Higgins, J.V.; Bryer, M.T.; Khoury, M.L.; Fitzhugh, T.W. 2005. A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. *Conservation Biology* 19:432-445.
- Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Hoeninghaus, D.J.; Layman, C.A.; Arrington, D.A.; Winemiller, K.O. 2003. Spatio-temporal variation in fish assemblage structure in tropical floodplain creeks. *Environmental Biology of Fishes* 67:379-387.
- Hoeninghaus, D. J.; Winemiller, K.O.; Taphorn, D.C. 2004. Compositional change in fish assemblages along the Andean piedmont – Lhanos floodplain gradient of the río Portuguesa, Venezuela. *Neotropical Ichthyology* 2(2):85-92.

- Hughes, R.M.; Rexstad, E.; Bond, C.E. 1987. The relationship of aquatic ecoregions, river basins, and physiographic provinces to the ichthyogeographic regions of Oregon. *Copeia* 1987(2):423-432.
- Hughes, R.M.; Wang, L.; Seelbach, P.W. (Eds.) 2006. *Landscape Influences on Stream Habitats and Biological Assemblages*. Bethesda, American Fisheries Society. 697p.
- Jenerette, G. D.; Lee, J.; Waller, D.W.; Carlson, R. E. 2002. Multivariate analysis of the ecoregion delineation for aquatic systems. *Environmental Management* 29:67-75.
- Legendre, P & Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. 2nd English edition. Amsterdam, Elsevier Science BV. 853 p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge. Cambridge University Press. 382p.
- Lynskey, J. 1982. Correspondence between the distribution of fish assemblages in Wisconsin streams and Omernik's ecoregions. *Am. Midl. Nat.* 122:163-182
- Matthews, W.J. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman & Hall & International Thompson Publishing. 756 p.
- McCormick, F. H., Peck, D. V., Larsen, D. P. 2000. Comparison of geographic classification schemes for Mid-Atlantic stream fish assemblages. *Journal of the North American Benthological Society* 2000 19:385-404.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007. *Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília, MMA/SBF. 348p.
- Newall, P.R. & Magnuson, J.J. 1999. The importance of ecoregion versus drainage area on fish distributions in the St. Croix River and its Wisconsin tributaries. *Environmental Biology of Fishes* 55:245-254.
- O'Neill, R.V.; DeAngelis, D.L.; Allen, T.F.H.; Waide, J.B. 1986. *A hierarchical concept of ecosystems*. Princeton, Princeton University Press. 262p. (Monographs in Population Biology 23.)
- Omernik, J.M. 1987. Ecoregions of the conterminous United States. *Ann. Assoc. Am. Geogr* 77:118-125.
- Pavanelli, C.S. & Caramaschi, E.P. 2003. Temporal and Spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the upper rio Paraná Basin. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46:271-280.
- Pfaffstetter, O. 1989. *Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação*. Rio de Janeiro, DNOS. 19 p.
- Pillar, V.D. 2006. *MULTIV; Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide v. 2.4*. 51 p.
- Pillar, V.D. 1999. How sharp are classifications? *Ecology* 80:2508-2516.
- Poff, N.L. 1997. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *J. North Am. Benthol. Soc.* 16:391-409.
- Poff, N.L. & Allan, J.D. 1995. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology* 76:606-627.
- Poole, G.C. 2002. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshw Biol* 47(4):641-660.
- Snelder, T.H.; Dey, K.L.; Leathwick, J.R. 2007. A procedure for making optimal selection of input variables for multivariate environmental classifications. *Conserv Biol.* 21(2):365-75.
- Stanley, E.H.; Powers, S.M.; Lottig, N.R. 2010. The evolving legacy of disturbance in stream ecology: concepts, contributions, and coming challenges. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 29(1):67-83.
- Suárez, Y.R. & Petrele Jr, M. 2007. Environmental factors predicting fish community structure in two neotropical rivers in Brazil. *Neotropical Ichthyology* 5(1):61-68.
- Teresa, F.B. & Romero, R.M. 2010. Influence of the riparian zone phytophysiognomies on the longitudinal distribution of fishes: evidence from a Brazilian savanna stream. *Neotropical Ichthyology* 8(1):163-170.
- Thorp, J.H.; Thoms, M.C.; Delong, M.D. 2008. *The riverine ecosystem synthesis*. Boston, Academic Press. 208p.
- Townsend, C.R. 1996. Concepts in river ecology: pattern and process in the catchment hierarchy. *Archiv für Hydrobiologie* 113 (Suppl.):3-21.
- Van Sickle, J. 1997. Using mean similarity dendrograms to evaluate classifications. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 2:370-388.
- Van Sickle, J. & Hughes, R.M. 2000. Classification strengths of ecoregions, catchments, and geographic clusters for aquatic vertebrates in Oregon. *Journal of the North American Benthological Society* 19:370-384.
- Wagener, T.; Sivapalan, M.; Troch, P.; Woods, R. 2007. Catchment classification and hydrologic similarity. *Geography Compass* 1(4):901.
- Winemiller, K.O. 1996. Dynamic diversity in fish assemblages of tropical rivers. p. 99-132. *In: M.L. Cody & J.A. Smallwood (ed.) Long-term studies of vertebrate communities*. Orlando, Academic Press. 597p.
- Zhou, B. & Zheng, B. 2008. Research on aquatic ecoregions for lakes and reservoirs in China. *Environ Monit Assess* 147:339-350.

9.6 Apêndice: Análise de componentes principais para definição dos descritores climáticos das SUEs na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós

As variáveis climáticas utilizadas (Tabela 9-5) representam tendências calculadas a partir de dados do período aproximado de 1950 a 2000, extrapolados para praticamente toda a superfície da Terra. Detalhes sobre o método de obtenção destes dados e sobre as variáveis podem ser obtidos em Hijmans *et al.* (2005). Os dados podem ser obtidos livremente na internet (<http://www.worldclim.org/>). Na Tabela 9-6 pode-se observar as características climáticas gerais da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, segundo os dados de Hijmans *et al.* (2005).

A Análise de Componentes Principais indicou que 75,8 % da variabilidade climática da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós pode ser explicada pelos dois primeiros componentes principais. Segundo as correlações das variáveis com cada componente (Tabela 9-7), o primeiro componente principal (CP1) é indicador de um gradiente geográfico de variação sazonal de temperatura e precipitação e de temperatura e precipitação no inverno, podendo ser resumido como um gradiente norte-sul desde condições climáticas de pouca variabilidade sazonal e alta precipitação no inverno (Norte, Amazônia) até condições mais sazonais e de baixa precipitação no inverno (Sul, Cerrado) (Figura 9-10). O componente principal CP2 mostra um gradiente secundário, com valores positivos elevados para regiões mais quentes e chuvosas, principalmente no verão.

Tabela 9-5. Variáveis climáticas utilizadas na Análise de Componentes Principais.

Variável climática original	Descrição
BIO 4	Sazonalidade de temperatura (100*desvio padrão)
BIO 5	Temperatura máxima no mês mais quente (10*°C)
BIO 6	Temperatura mínima no mês mais frio (10*°C)
BIO 12	Precipitação anual (mm)
BIO 15	Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)
BIO 16	Precipitação no trimestre mais úmido
BIO 17	Precipitação no trimestre mais seco
BIO 18	Precipitação no trimestre mais quente
BIO 19	Precipitação no trimestre mais frio

Tabela 9-6. Características climáticas da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós (ver Hijmans et al., 2005; dados disponíveis em <http://www.worldclim.org/>).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Amplitude	Desvio Padrão
Temperatura média anual (°C)	20,7	27,5	25,1	6,8	8,79
Desvio padrão da temperatura mensal	2,01	15,56	6,18	13,55	2,45
Precipitação no trimestre mais frio (mm)	27	1261	414,1	1234	422,71

Tabela 9-7. Correlações das variáveis climáticas com os dois primeiros eixos resultantes da Análise de Componentes Principais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós.

Variável climática	CP1 (47,2 %)	CP2 (28,7 %)
Sazonalidade de temperatura (100*desvio padrão)	0.76	-0.31
Temperatura máxima no mês mais quente (10*°C)	0.34	0.77
Temperatura mínima no mês mais frio (10*°C)	-0.91	0.01
Precipitação anual (mm)	-0.25	0.93
Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)	0.88	-0.13
Precipitação no trimestre mais úmido	0.12	0.91
Precipitação no trimestre mais seco	-0.91	-0.07
Precipitação no trimestre mais quente	0.61	0.39
Precipitação no trimestre mais frio	-0.81	0.10

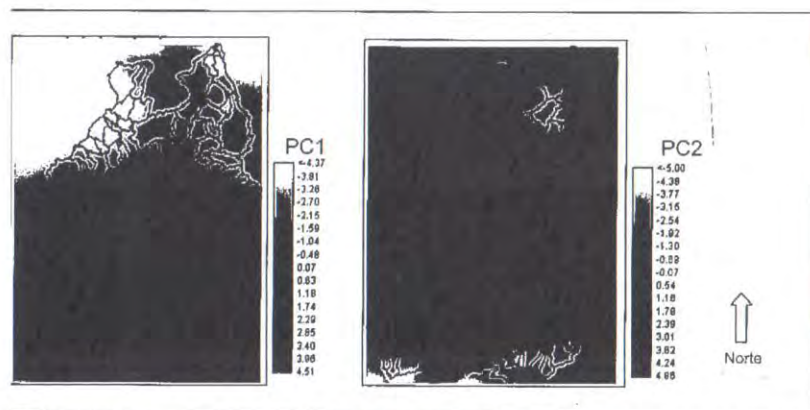


Figura 9-10. Espacialização dos primeiros dois componentes principais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, evidenciando os gradientes de sazonalidade climática (PC1) e de temperatura e precipitação no verão sobrepostos à divisão em UCs (Ottobacias nível 4).

10 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A base de dados demográficos e sócio-econômicos oficiais disponíveis tem recorte sobre a divisão político-administrativa da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, o que permitiu avaliar os dados com base nos municípios que a compõem. Com baixa densidade demográfica (~3 hab/km²), aproximadamente 75% dos municípios têm menos do que 25.000 habitantes e quase 70% da população está concentrada em apenas seis municípios. O percentual de industrialização no PIB é baixo e raramente supera 20%, sendo que valores acima de 100 milhões de reais estão presentes em apenas cinco municípios. O Estado de Mato Grosso é, atualmente, o maior produtor de soja do país, enquanto o Estado do Pará apresenta fraca vocação agrícola. Já a pecuária pode ser considerada em expansão em ambos os estados. Deve-se levar em consideração que o modelo de expansão da fronteira agrícola se dá com o estabelecimento da pecuária após o desmatamento, e é seguida da agricultura. Um ponto que merece destaque diz respeito ao arranjo de povoamento regional, marcado pela localização não somente ao longo de vias fluviais, mas também próximo a estradas, as quais podem ser consideradas agentes de pressão antrópica sobre os recursos naturais. As estradas permitem o acesso a áreas intocadas e preservadas do ponto de vista biológico, onde as pessoas tendem a se estabelecer e a desenvolver atividades econômicas explorando os recursos naturais existentes.

As pressões antrópicas sobre as Unidades de Conservação já existentes é uma triste realidade, constatada também durante os trabalhos de campo. As estradas clandestinas nestas áreas, como, por exemplo, na APA de São Félix do Xingu, ainda que em péssimas condições de trafegabilidade, permitem o trânsito pesado de caminhões carregados com madeira e gado.

Os interesses econômicos minerais na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós são importantes, havendo cerca de 24.000 processos depositados junto ao DNPM, sendo o ouro a substância mais requerida, com mais de 50% destes processos. Os empreendimentos hidrelétricos também são significativos, destacando-se a usina hidrelétrica de Belo Monte, além de um complexo formado por cinco usinas no rio Tapajós, na altura do município de Itaituba e um grande número de outras Pequenas Centrais Hidrelétricas, atualmente, no centro de discussões no País.

Quanto aos indicadores de desenvolvimento humano, verifica-se que os valores não são de sucesso. No ranking dos municípios da Ecorregião, apenas três deles têm um bom índice, seguidos de valores na faixa de "moderado desenvolvimento humano" para a

quase metade dos municípios e, finalmente, resultados na faixa de "regular desenvolvimento" para a outra metade, existindo ainda 5% dos municípios com um valor na faixa de "muito baixo". Entre os baixos resultados para o desenvolvimento humano encontram-se a maioria dos municípios do Estado do Pará. Importante ressaltar que para a maior parte dos municípios, tanto de Mato Grosso como do Pará, o IFDH Saúde é bem maior que os indicadores de renda e emprego. Ou seja, a geração de empregos formais é bastante reduzida, enquanto as condições de saúde podem refletir melhores padrões gerais. Por outro lado, infelizmente, na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós há elevadíssima mortalidade infantil. Em treze municípios há registros de 41 a 79 mortes durante o primeiro ano de vida a cada mil nascidos vivos. Deve-se ressaltar, ainda, a elevada taxa de mortalidade infantil encontrada em importantes municípios produtores de soja, o que sugere fortemente que este tipo de crescimento pode não significar desenvolvimento. Finalmente, os resultados dos indicadores sociais analisados apontam que a província mineral de Carajás não exerce influência direta nos municípios limítrofes inseridos na Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, não atuando como pólo de desenvolvimento regional.

Cerca de 25% das amostras de águas fluviais mostraram teores de metais e elementos traços acima das concentrações de qualidade ambiental estabelecidas em 2005 pela Resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), sendo o zinco o metal de maior expressão. No caso dos sedimentos, 7% das amostras mostraram não conformidade com o limite de mercúrio proposto pelo CONAMA. Em geral, a bacia do rio Tapajós (sobretudo o baixo Tapajós) revelou dados mais críticos de metais traços em comparação à bacia do rio Xingu. Os teores de mercúrio em músculo de peixes oriundos do rio Teles Pires, bacia do rio Tapajós, podem ser considerados baixos e indicam baixa disponibilidade do mercúrio para ictiofauna de igarapés.

As composição das comunidades biológicas de insetos aquáticos da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós refletiram a integridade ecológica dos ecossistemas e a análise de agrupamento com base na distribuição dos táxons nas Ottobacias revelou a semelhança das mesmas quanto às condições abióticas e bióticas. Estes dados reforçam a delimitação da Ecorregião e são corroborados pelos resultados que indicam as Ottobacias da bacia hidrográfica do rio Curuá-Una como as únicas de maior similaridade faunística entre si e dissimilaridade em relação as do Xingu e Tapajós, as quais formaram agrupamentos mais heterogêneos. A existência de um novo gênero da Ordem Ephemeroptera e novos registros de Odonata indicam a necessidade de preservação da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós e de esforços para ampliar o conhecimento da sua biodiversidade.

As bacias hidrográficas Xingu, Tapajós e Curuá-Una estiveram, de forma geral, bem representadas pela malacofauna nativa, sendo superior numericamente a muitas outras já citadas no Brasil. As análises de diversidade dos táxons e a sua distribuição identificaram uma alta similaridade entre as bacias do Tapajós e do Xingu, demonstrando que realmente existe alto grau de compartilhamento da malacofauna, reforçando a existência de uma ecorregião unificadora destas duas bacias hidrográficas. Os resultados evidenciaram, entretanto, que é previsível encontrar novos táxons nas duas bacias. As hipóteses geradas através da Análise de Parcimônia de Endemismo indicaram o compartilhamento de espécies endêmicas entre as bacias, como foi o caso das relações Xingu-Tapajós e Curuá-Una-Tapajós, que evidenciam processos biogeográficos comuns. Apesar da ameaça iminente, as áreas estudadas nas bacias do Xingu e Tapajós, ainda apresentam uma comunidade de moluscos qualitativamente equilibrada em relação à presença de espécies exóticas ou invasoras. Porém, é previsível uma alteração nas proporções de espécies nativas e exóticas, principalmente na bacia do Xingu, no caso específico de *Melanooides tuberculatus*, que possui ampla distribuição nas Ottobacias estudadas. Este cenário poderá ser exacerbado em consequência das perturbações dos ambientes naturais que favorecem as espécies alóctones em detrimento das nativas. Os registros de táxons potencialmente endêmicos para a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós podem ser indicadores para a definição de novas áreas de conservação. Entretanto, a falta de conhecimento taxonômico aprofundado sobre a malacofauna local evidencia a necessidade de novos inventários que permitam confirmar os resultados apresentados, e a definição de medidas de prevenção e de controle de grupos invasores.

Em relação ao inventário da ictiofauna, foram coletados 50.810 indivíduos, pertencentes a 455 espécies de peixes nativos e uma espécie de origem africana. O material coletado representa 2.628 ocorrências distintas de espécies de peixes, das quais 97,2% puderam ser inequivocamente identificadas. A riqueza média foi de aproximadamente 24 espécies por ponto amostral e os maiores valores de riqueza de espécies foram registrados na drenagem do rio Trairão, afluente do rio Fresco, na bacia do rio Xingu (55 espécies) e na bacia do rio Tapajós, no rio Jamanxim (47 espécies). As espécies coletadas pertencem a 11 ordens de Actinopterygii e uma ordem (Rajiformes) de Chondrichthyes. A Ordem Characiformes representa 50% das espécies nativas coletadas, seguida pelos Siluriformes (32%). Trinta e oito famílias de peixes estão representadas no material coletado, sendo as famílias Characidae, Loricariidae, Cichlidae, Callichthyidae e Anostomidae as de maior diversidade. A abundância média foi de 493,4 exemplares por amostra e a abundância média por espécie foi de 20,34

exemplares por amostra, com uma distribuição bastante heterogênea da diversidade e abundância das espécies de peixes ocorrentes na área de estudo. Das 455 espécies coletadas, apenas 50 apresentaram distribuição ampla, ocorrendo nas três bacias amostradas. A análise de parcimônia de endemismo, utilizando Ottobacias de nível 4, revelou que as áreas de endemismo não coincidem com os limites das grandes bacias, existindo significativa diferenciação entre as sub-bacias.

A região da Serra do Cachimbo (bacia do rio Tapajós) destacou-se pela elevada diversidade e endemismo, o qual é compartilhado entre as cabeceiras do Curuá (tributário do rio Iriri, na bacia do rio Xingu) e do rio do Braço (pertencente à bacia do rio Tapajós). As relações entre diferentes conjuntos de subunidades do Xingu e do Tapajós, além de confirmarem a existência de complexas relações entre as duas bacias, sugerem a necessidade de refinamento dos limites da ecorregião e do reconhecimento de subregiões baseado em padrões de endemismo de peixes.

Pode-se dizer que o delineamento de subunidades ecorregionais (SUEs) com base na fisiografia de Ottobacias nível 4 é frágil, pois não apresenta relação forte com a ictiofauna de igarapés. Ainda assim, dentre as três alternativas de refinamento, as SUEs baseadas em descritores associados à hidrografia foi a que mostrou melhor resultado, indicando pelo menos cinco subunidades ecorregionais.

Para o aperfeiçoamento do delineamento, é necessária a expansão do número de locais amostrados em todas as SUEs. As SUEs *aquáticas* 1 e 4 abrangem áreas extensas e certamente requerem refinamento, tanto da análise fisiográfica como na de ictiofauna. É provável que, se forem inseridas amostras adequadas da ictiofauna de cabeceiras das bacias do Xingu e do Tapajós, encontremos padrões distintos de composição de espécies de peixes. Deve-se destacar ainda a grande variabilidade de composição de espécies entre igarapés e subunidades hídricas (SUHs), evidenciada pelo elevado número de espécies raras nas amostras. Esta característica implica que a tarefa de delineamento de subunidades ecorregionais é inevitavelmente complexa, especialmente quando se espera que tais subunidades tenham sustentação ecológica suficiente para servir como base para gestão aplicada à conservação de biodiversidade. A variabilidade na composição da ictiofauna observada entre SUHs sugere que não há como conservar uma parcela razoável das espécies de peixes de igarapés amazônicos através de um pequeno número de áreas protegidas. Pelo contrário, essa variabilidade aponta para uma estratégia que, além das unidades de conservação, busque garantir a integridade ambiental de forma mais generalizada dentro da Ecorregião como um todo.

Sugerem-se estudos adicionais que incluam a obtenção de dados de campo representativos de maior número de locais e de subunidades ecorregionais básicas,

teste de diferentes esquemas de delimitação de subunidades ecorregionais básicas, busca de outros descritores fisiográficos além dos utilizados ou que sejam mapeados em escala mais refinada, para fins de associação com a malha hidrográfica, utilização de descritores ou tipologias hidrológicas que caracterizem as unidades ecorregionais básicas, incorporação de conceitos ecológicos de rios às metodologias de compartimentalização ecorregional e complementação dos dados de ictiofauna a partir da revisão de material depositado em coleções ictiológicas.

Recomenda-se, também, que o banco de dados gerado neste projeto seja utilizado como base para a inserção de toda a informação posteriormente obtida, relacionada a esta Ecorregião, visando testar metodologias para o seu delineamento em sub-unidades ecorregionais aquáticas.

A execução do estudo por equipes multidisciplinares e multi-institucionais promoveu uma aproximação entre diversas instituições nacionais, proporcionando integração e oportunidades para desenvolvimento de novas pesquisas em conjunto.

Todo o material biológico coletado está depositado em coleções permanentes, no Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde se encontra à disposição da comunidade científica. As inúmeras espécies ainda desconhecidas para a ciência, que passaram a integrar estas coleções, estão sendo estudadas e serão objeto de publicação pelos especialistas, ao longo dos próximos anos.



Parte da equipe que participou da Expedição AquaRios de set/out de 2008.

11 ANEXO I – ATRIBUTOS DAS LOCALIDADES AMOSTRADAS

Número de Campo	Drenagem	Oto-		Alt. (m)	Data	Município	
		baixa	Latitude				Longitude
AR2008092401A	Xingu	4219	03°12'02,0"S	52°11'43,7"O	95	24/09/2008	Altamira, PA
AR2008092401B	Xingu	4215	03°07'35,6"S	51°42'03,9"O	4	24/09/2008	Vitória do Xingu, PA
AR2008092402B	Xingu	4215	03°08'02,5"S	51°56'30,3"O	49	24/09/2008	Vitória do Xingu, PA
AR2008092501A	Xingu					25/09/2008	Altamira, PA
AR2008092501B	Xingu	4219	03°15'05,2"S	52°20'54,7"O	58	25/09/2008	Altamira, PA
AR2008092502A	Xingu	4219	03°14'07,9"S	52°13'21,2"O	90	25/09/2008	Altamira, PA
AR2008092502B	Xingu	4362	03°35'28,6"S	53°13'39,8"O	175	25/09/2008	Medicilândia/Uruará, PA
AR2008092503A	Xingu	4219	03°15'17,9"S	52°13'07,5"O	87	25/09/2008	Altamira, PA
AR2008092601A	Curuá-Una	4362	03°43'57,0"S	53°46'28,8"O	135	26/09/2008	Uruará, PA
AR2008092601B	Curuá-Una	4362	03°44'07,2"S	53°47'25,2"O	157	26/09/2008	Uruará, PA
AR2008092601D	Curuá-Una	4368	04°02'04,0"S	54°41'58,0"O	77	26/09/2008	Placas, PA
AR2008092602A	Curuá-Una	4362	03°44'11,8"S	53°48'14,8"O	137	26/09/2008	Uruará, PA
AR2008092602B	Curuá-Una	4369	03°52'28,5"S	54°14'09,0"O	80	26/09/2008	Placas, PA
AR2008092603A	Curuá-Una	4362	03°51'34,1"S	54°03'40,2"O	142	26/09/2008	Uruará, PA
AR2008092603B	Curuá-Una	4369	03°53'03,3"S	54°22'58,6"O	80	26/09/2008	Placas, PA
AR2008092604A	Curuá-Una	4362	03°51'34,6"S	54°03'40,6"O	157	26/09/2008	Uruará, PA
AR2008092604B	Curuá-Una	4368	03°59'49,0"S	54°39'56,6"O	79	26/09/2008	Placas, PA
AR2008092605A	Curuá-Una	4368	03°55'29,7"S	54°34'28,7"O	81	26/09/2008	Placas, PA
AR2008092701A	Tapajós	4414	04°07'25,9"S	54°57'31,9"O	102	27/09/2008	Ruropolis, PA
AR2008092701B	Tapajós	4414	04°08'00,0"S	54°53'41,3"O	111	27/09/2008	Ruropolis, PA
AR2008092702A	Tapajós	4414	04°06'29,6"S	55°00'49,5"O	83	27/09/2008	Ruropolis, PA
AR2008092702B	Tapajós	4414	04°07'51,9"S	55°13'42,7"O	35	27/09/2008	Ruropolis, PA
AR2008092703A	Tapajós	4414	04°07'21,0"S	55°07'04,0"O	76	27/09/2008	Ruropolis, PA
AR2008092703B	Tapajós	4415	04°15'24,3"S	55°39'46,2"O	26	27/09/2008	Ruropolis/Itaituba, PA
AR2008092704B	Tapajós	4415	04°17'36,5"S	55°57'49,0"O	6	27/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092705B	Tapajós	4415	04°16'25,7"S	55°58'45,3"O	2	27/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092801A	Tapajós	4417	04°33'12,1"S	56°17'58,7"O	12	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092801B	Tapajós					28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092801C	Tapajós	4417	04°21'00,4"S	56°09'40,4"O	-3	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092801D	Tapajós	4415	04°17'57,2"S	56°02'47,0"O	4	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092802A	Tapajós	4417	04°26'30,9"S	56°17'10,8"O	14	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092802B	Tapajós	4415	04°16'36,1"S	56°00'17,6"O	5	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092802D	Tapajós	4415	04°17'44,8"S	56°03'04,6"O	3	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092803A	Tapajós	4415	04°18'20,6"S	56°05'55,1"O	6	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092803B	Tapajós	4415	04°26'18,6"S	55°49'41,5"O	36	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092803D	Tapajós	4415	04°22'12,4"S	55°50'16,2"O	26	28/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092804B	Tapajós	4416	04°41'24,3"S	55°58'52,7"O	123	28/09/2008	Trairão, PA
AR2008092805B	Tapajós	4416	04°42'28,8"S	55°59'15,3"O	117	28/09/2008	Trairão, PA
AR2008092901A	Tapajós	4416	04°44'10,4"S	56°02'59,4"O	131	29/09/2008	Trairão, PA

Número de Campo	Drenagem	Oto-		Alt.		Data	Município
		baquia	Latitude	Longitude	(m)		
AR2008092901B	Tapajós	4418	04°58'45,0"S	56°12'31,7"O	142	29/09/2008	Trairão, PA
AR2008092902A	Tapajós	4418	04°58'31,0"S	56°12'43,4"O	137	29/09/2008	Trairão, PA
AR2008092902B	Tapajós	4425	05°32'22,1"S	55°49'38,4"O	89	29/09/2008	Itaituba, PA
AR2008092903A	Tapajós	4421	05°16'50,7"S	56°01'29,8"O	78	29/09/2008	Trairão, PA
AR2008092903B	Tapajós	4425	05°43'43,2"S	55°44'36,1"O	164	29/09/2008	Itaituba, PA
AR2008093001A	Tapajós	4427	06°23'21,1"S	55°34'15,3"O	172	30/09/2008	Novo Progresso, PA
AR2008093001B	Tapajós	4427	07°03'52,0"S	55°26'27,8"O	190	30/09/2008	Novo Progresso, PA
AR2008093001C	Tapajós	4427	07°24'56,2"S	55°17'49,0"O	181	30/09/2008	Novo Progresso, PA
AR2008093002A	Xingu	4226	08°06'34,9"S	55°00'58,4"O	224	30/09/2008	Altamira, PA
AR2008093002B	Xingu	4226	08°10'52,4"S	55°07'33,6"O	234	30/09/2008	Altamira, PA
AR2008093003B	Xingu	4226	08°19'06,6"S	55°05'23,8"O	227	30/09/2008	Altamira, PA
AR2008100101A	Tapajós	4446	09°21'47,8"S	54°54'13,4"O	453	01/10/2008	Novo Progresso, PA
AR2008100101Ba	Xingu	4226	08°44'02,2"S	54°57'45,2"O	342	01/10/2008	Altamira, PA
AR2008100101Bb	Xingu	4226	08°44'06,1"S	54°57'42,8"O	379	01/10/2008	Altamira, PA
AR2008100101Bc	Xingu	4226	08°44'10,4"S	54°57'47,8"O	357	01/10/2008	Altamira, PA
AR2008100101C	Xingu	4226	08°12'47,1"S	55°00'12,4"O	301	01/10/2008	Altamira, PA
AR2008100101G	Tapajós	4445	09°38'40,3"S	55°55'15,2"O	225	01/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100102A	Tapajós	4446	09°49'03,1"S	54°53'12,6"O	288	01/10/2008	Guarantã do Norte, MT
AR2008100102B	Tapajós	4446	09°21'55,6"S	54°51'17,0"O	492	01/10/2008	Novo Progresso, PA
AR2008100102C	Xingu	4224	08°19'06,8"S	55°05'05,2"O	226	01/10/2008	Altamira, PA
AR2008100102G	Tapajós	4445	09°38'02,9"S	55°56'17,6"O	225	01/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100103B	Tapajós	4446	09°47'14,9"S	54°57'32,7"O	280	01/10/2008	Guarantã do Norte, MT
AR2008100103G	Tapajós	4445	09°38'02,9"S	55°56'17,6"O	225	01/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100201A	Tapajós	4446	09°56'56,7"S	55°02'09,2"O	241	02/10/2008	Guarantã do Norte, MT
AR2008100201B	Tapajós	4445	09°58'49,6"S	55°15'40,3"O	278	02/10/2008	Novo Mundo, MT
AR2008100201C	Tapajós	4446	09°21'47,9"S	54°54'14,0"O	437	02/10/2008	Novo Progresso, PA
AR2008100201G	Tapajós	4445	09°39'50,6"S	55°54'26,2"O	225	02/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100202A	Tapajós	4446	09°56'55,2"S	55°01'51,0"O	245	02/10/2008	Guarantã do Norte, MT
AR2008100202B	Tapajós	4446	10°03'37,3"S	55°29'54,1"O	246	02/10/2008	Novo Mundo, MT
AR2008100202D	Tapajós	4446	09°21'59,7"S	54°54'54,2"O	450	02/10/2008	Novo Progresso, PA
AR2008100202G	Tapajós	4445	09°40'24,8"S	55°53'57,1"O	225	02/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100203G	Tapajós	4445	09°40'24,8"S	55°53'57,1"O	225	02/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100301A	Tapajós	4445	09°38'02,9"S	55°56'17,6"O	225	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100301B	Tapajós	4445	09°37'54,6"S	55°56'48,2"O	225	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100301D	Tapajós	4445	09°39'29,2"S	55°54'23,3"O	230	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100301G	Tapajós	4445	09°37'42,8"S	55°56'36,5"O	225	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100302A	Tapajós	4445	09°38'01,3"S	55°56'03,8"O	225	03/10/2008	
AR2008100302B	Tapajós	4445	09°38'42,3"S	55°59'22,7"O	220	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100303A	Tapajós	4445	09°38'02,9"S	55°56'17,6"O	225	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100304A	Tapajós	4445	09°38'01,3"S	55°56'03,8"O	225	03/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100401A	Tapajós	4445	09°34'25,8"S	55°55'19,3"O	222	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100401B	Tapajós	4445	09°38'33,3"S	56°02'46,6"O	227	04/10/2008	Alta Floresta, MT

Número de Campo	Drenagem	Oto-		Alt.		Data	Município
		baquia	Latitude	Longitude	(m)		
AR2008100402A	Tapajós	4445	09°32'17,6"S	55°54'14,3"O	232	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100402B	Tapajós	4445	09°38'33,8"S	56°02'03,2"O	224	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100403A	Tapajós	4445	09°43'36,8"S	55°50'06,0"O	230	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100403B	Tapajós	4445	09°38'40,1"S	56°01'57,8"O	219	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100404B	Tapajós	4445	09°38'22,7"S	55°59'44,1"O	215	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100405B	Tapajós	4445	09°38'13,6"S	55°58'55,4"O	226	04/10/2008	Alta Floresta, MT
AR2008100601A	Xingu	4256	10°33'49,4"S	53°31'55,0"O	295	06/10/2008	Peixoto de Azevedo, MT
AR2008100601B	Xingu	4258	10°55'16,5"S	52°41'12,9"O	285	06/10/2008	São José do Xingu, MT
AR2008100701A	Xingu	4257	10°46'46,5"S	52°44'02,3"O	311	07/10/2008	São José do Xingu, MT
AR2008100701B	Xingu	4257	10°31'43,6"S	52°31'43,4"O	288	07/10/2008	São José do Xingu, MT
AR2008100702A	Xingu	4257	10°40'13,4"S	52°42'29,2"O	280	07/10/2008	São José do Xingu, MT
AR2008100702B	Xingu	4254	10°05'14,0"S	52°05'21,8"O	250	07/10/2008	Vila Rica, MT
AR2008100703A	Xingu	4257	10°37'52,9"S	52°32'21,7"O	287	07/10/2008	São José do Xingu, MT
AR2008100704A	Xingu	4254	10°33'13,8"S	52°10'53,7"O	257	07/10/2008	Confresa, MT
AR2008100901A	Xingu	4248	07°56'34,3"S	50°47'48,7"O	260	09/10/2008	Cumaru do Norte, PA
AR2008100902A	Xingu	4248	07°49'34,8"S	50°45'00,6"O	277	09/10/2008	Cumaru do Norte, PA
AR2008100903A	Xingu	4248	07°51'27,5"S	50°35'48,1"O	283	09/10/2008	Cumaru do Norte, PA
AR2008101001A	Xingu	4246	07°18'15,4"S	50°26'46,4"O	347	10/10/2008	Bannach, PA
AR2008101001B	Xingu	4246	07°18'24,9"S	50°28'47,0"O	342	10/10/2008	Bannach, PA
AR2008101002A	Xingu	4246	07°13'23,8"S	50°37'10,5"O	290	10/10/2008	Ouriândia do Norte, PA
AR2008101002B	Xingu	4246	07°15'30,1"S	50°35'33,6"O	297	10/10/2008	Bannach, PA
AR2008101003A	Xingu	4246	07°13'14,1"S	50°37'26,0"O	294	10/10/2008	Ouriândia do Norte, PA
AR2008101003B	Xingu	4243	07°03'57,4"S	50°49'03,0"O	399	10/10/2008	Ouriândia do Norte, PA
AR2008101101A	Xingu	4243	06°45'01,5"S	51°13'31,3"O	255	11/10/2008	Tucumã, PA
AR2008101101B	Xingu	4242	06°44'28,4"S	51°23'57,3"O	225	11/10/2008	Tucumã, PA
AR2008101102A	Xingu	4242	06°43'01,7"S	51°36'43,2"O	197	11/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101102B	Xingu	4242	06°43'20,1"S	51°34'58,7"O	194	11/10/2008	Tucumã/São Félix do Xingu, PA
AR2008101103A	Xingu	4241	06°42'00,5"S	51°53'51,1"O	194	11/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101103B	Xingu	4241	06°44'32,2"S	51°46'17,6"O	178	11/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101104A	Xingu	4251	06°41'35,3"S	51°57'42,9"O	185	11/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101201A	Xingu	4239	06°38'24,1"S	52°25'14,4"O	183	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101201B	Xingu	4241	06°36'26,9"S	51°58'29,7"O	180	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101202A	Xingu	4239	06°34'53,6"S	52°19'46,7"O	187	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101202B	Xingu	4241	06°35'41,8"S	51°48'48,5"O	187	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101203A	Xingu	4239	06°37'39,5"S	52°05'31,0"O	181	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101203B	Xingu	4241	06°35'18,1"S	51°51'29,3"O	172	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101204A	Xingu	4239	06°39'10,0"S	52°00'57,9"O	178	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101204B	Xingu	4251	06°39'09,3"S	51°59'53,2"O	178	12/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101301A	Xingu	4251	06°52'33,6"S	52°02'06,3"O	181	13/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101301B	Xingu	4251	06°39'51,1"S	52°00'02,5"O	178	13/10/2008	São Félix do Xingu, PA
AR2008101302B	Xingu	4251	06°43'50,6"S	51°59'33,1"O	181	13/10/2008	São Félix do Xingu, PA

12 ANEXO II – LOCALIDADES AMOSTRADAS

Número de Campo	Localidade
AR2008092401A	rio Ambé, na margem esquerda do rio Xingu, cerca de 100 m do encontro entre os rios Ambe e Xingu
AR2008092401B	rio Xingu, rodovia Transamazônica, na travessia da balsa entre os municípios de Vitória do Xingu e Anapu
AR2008092402B	igarapé Joá, rodovia Transamazônica, 28 km a leste do 51 Batalhão de Infantaria da Selva
AR2008092501A	amostra de peixes em tanques da Hom Aquarium, em Altamira
AR2008092501B	rodovia Transamazônica, Igarapé Panelas, cerca de 23 km do 51 Batalhão de Infantaria da Selva
AR2008092502A	praia do Pagé, rio Xingu a montante de Altamira e Igarapé Panela
AR2008092502B	rodovia Transamazônica, Igarapé cerca de 132 km do 51 Batalhão de Infantaria da Selva
AR2008092503A	pedral no rio Xingu, próximo ao aeroporto de Altamira
AR2008092601A	pequeno Igarapé (drenagem Uruara), rodovia Transamazônica, 4km a oeste de Uruara
AR2008092601B	alagado na rodovia Transamazônica (BR-230), cerca de 7 km a nordeste de Uruará
AR2008092601D	igarapé na rodovia Transamazônica (BR-230), cerca de 120 km de Uruará
AR2008092602A	igarapé tributário (sub-drenagem Uruará) do rio Uruará, 8 km a oeste de Uruará na rodovia Transamazônica
AR2008092602B	ponte sobre Igarapé na rodovia Transamazônica (BR-230), cerca de 64km de Uruara
AR2008092603A	rio Tutui ou Surubi (sub-drenagem Curuá-Una), tributário do Curuá do Sul
AR2008092603B	ponte sobre Igarapé na rodovia Transamazônica, cerca de 83 km de Uruará
AR2008092604A	escavação inundada próxima ao rio Tutui ou Surubi, tributário do Curuá do Sul (sub-drenagem do Curuá-Una)
AR2008092604B	igarapé na rodovia Transamazônica, cerca de 120 km de Uruará
AR2008092605A	igarapé Piracuruca (sub-drenagem Curuá-Una), tributário do Curutinga, rod. Transamazônica, entre Placas e Rurópolis
AR2008092701A	igarapé do Tambor (sub-drenagem Cupari), tributário do rio Cupari Braço
AR2008092701B	igarapé leitoso no balneário Cachoeira, zona urbana do município de Rurópolis
AR2008092702A	pequeno Igarapé (sub-drenagem Cupari) na margem esquerda do rio Cupari Braço, rodovia Transamazônica
AR2008092702B	ponte sobre Igarapé na rodovia Transamazônica, cerca de 52 km de Rurópolis (sentido Itaituba)

Número de Campo	Localidade
AR2008092703A	igarapé tributário do rio Cupari Braço (sub-drenagem Cupari), rodovia Transamazônica
AR2008092703B	ponte sobre igarapé na rodovia Transamazônica, cerca de 107 km de Rurópolis (sentido Itaituba), igarapé São Pedro
AR2008092704B	arrasto na margem direita do rio Tapajós, próximo a travessia de balsa entre os municípios de Mirituba e Itaituba
AR2008092705B	arrasto na margem esquerda do rio Tapajós, próximo a travessia de balsa entre os municípios de Mirituba e Itaituba.
AR2008092801A	banco de areia e cachoeira no rio Tapajós, Uruca
AR2008092801B	Material de aquírio proveniente dos rios Tapajós e Jamanxim, nos arredores de Itaituba
AR2008092801C	
AR2008092801D	rio Tapajós, próximo a Itaituba
AR2008092802A	igarapé Jacaré (tributário da margem esquerda do Tapajós), rodovia Transamazônica
AR2008092802B	igarapé Bom Jardim, no perímetro urbano do município de Itaituba, margem esquerda do rio Tapajós
AR2008092802D	rio Tapajós, próximo a Itaituba
AR2008092803A	igarapé Capitua (tributário da margem esquerda do Tapajós), rodovia Transamazônica
AR2008092803B	ponte sobre igarapé na rodovia BR-163, cerca de 12 km da rodovia Transamazônica
AR2008092803D	[igarapé na rodovia Transamazônica (BR-230)]
AR2008092804B	alagado na rodovia BR-163 (km 81)
AR2008092805B	igarapé Amadeus, cerca de 1 km a montante da ponte sobre o igarapé na BR-163
AR2008092901A	igarapé tributário rio [Itapacurá], ao sul de Trairão, na rodovia BR-163
AR2008092901B	igarapé em balneário, cerca de 44 km de Trairão, na BR-163 (sentido Cuiabá)
AR2008092902A	vereda desmatada (sub-drenagem [Tucunaré]), rodovia BR-163, 5,8 km a NE da Vila de Caracol rodovia BR-163
AR2008092902B	ponte sobre o igarapé Gui (sub-drenagem Jamanxim), cerca de 131 km de Trairão, na BR-163 (sentido Cuiabá)
AR2008092903A	igarapé Santa Luzia (sub-drenagem Jamanxim), 92 km ao sul de Trairão, rodovia BR-163
AR2008092903B	alagado na BR-163 (sub-drenagem Jamanxim), cerca de 155 km de Trairão
AR2008093001A	riozinho das Arraias (sub-drenagem Jamanxim), ponte da balsa na BR-163
AR2008093001B	balneário as margens do rio Jamanxim no perímetro urbano do município de Novo Progresso, cerca de 3 km da BR-163 em uma via de acesso.
AR2008093001C	

Número de Campo	Localidade
AR2008093002A	rio Curuá (sub-drenagem Iriri), a nordeste de Castelo dos Sonhos (22 km pela BR mais 18 km por vicinal)
AR2008093002B	ponte sobre igarapé na BR-163, cerca de 18 km de Castelo dos Sonhos (sentido Cuiabá)
AR2008093003B	rio Curuá (sub-drenagem Iriri), no perímetro urbano de Castelo dos Sonhos
AR2008100101A	rio Braço Norte (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio Peixoto de Azevedo, junto a usina hidrelétrica da base aérea do Cachimbo
AR2008100101Ba	cachoeira do rio Curuá (sub-drenagem Iriri), pequeno correço acima da primeira queda, cerca de 54 km de Castelo dos Sonhos (sentido Cuiabá) na BR-163
AR2008100101Bb	cachoeira do rio Curuá (sub-drenagem Iriri), entre as duas quedas, cerca de 54 km de Castelo dos Sonhos (sentido Cuiabá) na BR-163
AR2008100101Bc	cachoeira do rio Curuá (sub-drenagem Iriri), entre as duas quedas, cerca de 54 km de Castelo dos Sonhos (sentido Cuiabá) na BR-163
AR2008100101C	Cachoeira Katia
AR2008100101G	rio Teles Pires, na Ilha do Sol
AR2008100102A	rio Braço Sul (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio da margem direita do rio Peixoto de Azevedo, junto a BR-163, ao norte de Guaranta do Norte.
AR2008100102B	igarapé em floresta (sub-drenagem Iriri) a cerca de 133km de Castelo dos Sonhos (sentido Cuiabá) na BR-163
AR2008100102C	praia do rio Curuá
AR2008100102G	rio Teles Pires, Ilha Ariosto, frente a sede junto as pedras
AR2008100103B	ponte sobre igarapé (sub-drenagem Teles Pires) em travessia cerca de 8km da BR-163, cerca de 20km de Guaranta do Norte
AR2008100103G	rio Teles Pires (sub-drenagem Teles Pires), junto a ilha do Ariosto
AR2008100201A	rio Braço Norte (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio da margem direita do rio Peixoto de Azevedo, no Balneário Strega.
AR2008100201B	igarapé na rodovia entre Novo Mundo e Alta Floresta, cerca de 10km de Novo Mundo
AR2008100201C	rio Braço Norte (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio Peixoto de Azevedo, junto a usina hidrelétrica da base aérea do Cachimbo
AR2008100201G	rio Teles Pires, Ilha do Miltinho
AR2008100202A	pequeno igarapé (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio Braço do Norte, na estrada de acesso ao balneário Strega
AR2008100202B	pequeno igarapé e alagado na rodovia entre Novo Mundo e Alta Floresta
AR2008100202D	[pequeno tributário do rio Braço Norte (sub-drenagem Teles Pires), tributário do rio Peixoto de Azevedo, junto a usina hidrelétrica da base aérea do Cachimbo]
AR2008100202G	igarapé a montante da Ilha do Miltinho (sub-drenagem Teles Pires)
AR2008100203G	confluência do rio Teles Pires com o igarapé a montante da Ilha do Miltinho

Número de Campo	Localidade
AR2008100301A	rio Teles Pires em praia da Ilha Ariosto
AR2008100301B	margem direita do rio Teles Pires
AR2008100301D	[rio Teles Pires, próximo à Ilha Ariosto]
AR2008100301G	lagoa a 1km do refeitório da ilha Ariosto, rio Teles Pires
AR2008100302A	rio Teles Pires, margem oposta ao alojamento da Ilha Ariosto
AR2008100302B	margem direita do rio Teles Pires e boca do riacho Boca Quente
AR2008100303A	rio Teles Pires na praia da Ilha do Ariosto
AR2008100304A	rio Teles Pires na praia da Ilha do Ariosto
AR2008100401A	rio Cristalino (sub-drenagem Teles Pires), tributário da margem direita do rio Peixoto de Azevedo, em pequeno igarapé sem fluxo e área adjacente
AR2008100401B	corrego São José (sub-drenagem Teles Pires)
AR2008100402A	cachoeira do Limão no rio Cristalino (tributário da margem direita do rio Teles Pires).
AR2008100402B	rio Teles Pires na Ilha do Refúgio
AR2008100403A	igarapé Corgão e margem adjacente do rio Teles Pires
AR2008100403B	igarapé em frente a Ilha do Refúgio (sub-drenagem Teles Pires)
AR2008100404B	rio Teles Pires na corredeira Boca-Quente
AR2008100405B	rio Teles Pires na Ilha do Domingão
AR2008100601A	corrego Djalma (sub-drenagem Jaruna), burilzal tributário da margem direita do rio Jarina ou Jaruna
AR2008100601B	ribeirão Capivara, cerca de 13km da rodovia MT-322 (sentido Bituca)
AR2008100701A	pequeno igarapé (sub-drenagem Paturi) tributário da margem esquerda do rio Paturi, 3 km ao N de São José do Xingu
AR2008100701B	riacho na rodovia MT-430, cerca de km de Santa Cruz do Xingu (sub-drenagem Pacari)
AR2008100702A	rio tributário (sub-drenagem Paturi) da bacia do Paturi a leste da Fazenda Belina
AR2008100702B	ponte sobre o rio Comandante Fontoura, na rodovia MT-430
AR2008100703A	igarapé (sub-drenagem [Paturi]) correndo para sul da estrada Belina-Confressa
AR2008100704A	rio Comandante Fontoura (sub-drenagem Comandante Fontoura), estrada Santo Antônio-Confressa (MT-430)
AR2008100901A	rio Trairão (sub-drenagem Fresco), tributário do rio da Ponte, 15 km ao sul de Cumaru do Norte
AR2008100902A	ribeirão Carrion (ou Guara-Para) (sub-drenagem Fresco), tributário do rio Trairão, 2 km a sudeste de Cumaru do Norte
AR2008100903A	ribeirão Taipocas (sub-drenagem Fresco), tributário da margem esquerda do rio Trairão, drenagem do Araras
AR2008101001A	corrego do Mico (sub-drenagem Fresco), tributário do rio Juari, 7 km em linha reta a noroeste de Bannach

Número de Campo	Localidade
AR2008101001B	igarapé na rodovia entre Bannach e Ourilândia do Norte, cerca de 12 km de Bannach
AR2008101002A	tributário da margem esquerda do rio Jauri (sub-drenagem Fresco), cerca de 1 km a leste do rio Jauri na estrada de Bannach para Ourilândia
AR2008101002B	ponte sobre igarapé [Jaurizinho] na rodovia entre Bannach e Ourilândia do Norte, cerca de 28 km de Bannach
AR2008101003A	rio Jauri (sub-drenagem Fresco), estrada Bannach-Ourilândia do Norte
AR2008101003B	rio Branco (sub-drenagem Fresco) na estrada entre Bannach e Ourilândia do Norte
AR2008101101A	igarapé Maneíao (sub-drenagem Fresco), tributário do rio Branco, na PA-279, correndo para o sul a oeste de Tucumã
AR2008101101B	igarapé na rodovia entre os municípios de Tucumã e São Félix do Xingu, cerca de 10 km de Tucumã
AR2008101102A	igarapé (sub-drenagem Fresco) tributário da margem direita do igarapé Carapana, rodovia PA-279
AR2008101102B	igarapé Carapana, cerca de 40 km de Tucumã, na rodovia Tucumã-São Félix do Xingu
AR2008101103A	igarapé Magoarizinho (sub-drenagem Fresco), tributário da margem esquerda do rio Fresco
AR2008101103B	rio Fresco, no ponto onde a balsa atravessa o rio, em ambas as margens, na rodovia Tucumã-São Félix do Xingu
AR2008101104A	rio Xingu (sub-drenagem Medio Xingu), 6,6 km a sudeste de São Félix do Xingu
AR2008101201A	igarapé Tabuão (sub-drenagem médio Xingu), tributário da margem esquerda do rio Xingu, na estrada São Félix do Xingu-Vila Central.
AR2008101201B	igarapé afluente do rio Fresco (margem direita), cerca de 4 km da travessia da bolsa (sub-drenagem Fresco)
AR2008101202A	igarapé dos Malas (sub-drenagem Medio Xingu), tributário da margem esquerda do rio Xingu, na estrada São Félix do Xingu-Vila Central
AR2008101202B	igarapé Maguari, tributário da margem direita do rio Fresco, km 28
AR2008101203A	igarapé Santa Rosa (sub-drenagem médio Xingu), tributário da margem esquerda do rio Xingu, na estrada São Félix do Xingu-Vila Central
AR2008101203B	tributário da margem direita do igarapé Maguari Grande (sub-drenagem Fresco)
AR2008101204A	rio Xingu, margem esquerda no porto da balsa de São Félix para Vila Central
AR2008101204B	rio Xingu, na confluência com o rio Fresco
AR2008101301A	cachoeira do Xadá, margem esquerda do rio Xingu
AR2008101301B	rio Xingu, praia do Porco
AR2008101302B	rio Xingu, praia próxima a cachoeira do Remansinho

13 ANEXO III – CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAGENS

Número de Campo	Data	Hora	Amostra	Ambiente	Amostragem de peixes	Amostragem de moluscos	Amostragem de insetos
AR2008092401A	24/09/2008	17:20	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008092401B	24/09/2008	16:11	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008092402B	24/09/2008	18:30	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092501A	25/09/2008		N/A	Aquário	Tanque		
AR2008092501B	25/09/2008	11:30	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008092502A	25/09/2008	11:35	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008092502B	25/09/2008	16:16	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092503A	25/09/2008	14:00	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008092601A	26/09/2008	09:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092601B	26/09/2008	09:33	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092601D	26/09/2008	18:00	Diurna	Igarapé		X	
AR2008092602A	26/09/2008	11:00	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092602B	26/09/2008	12:04	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092603A	26/09/2008	14:05	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092603B	26/09/2008	15:00	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092604A	26/09/2008	15:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092604B	26/09/2008	17:46	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008092605A	26/09/2008	17:40	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092701A	27/09/2008	10:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092701B	27/09/2008	09:58	Diurna	Igarapé	Padrão	[X]	X
AR2008092702A	27/09/2008	12:40	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092702B	27/09/2008	12:59	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092703A	27/09/2008	15:45	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092703B	27/09/2008	16:08	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092704B	27/09/2008	19:19	Noturna	Grande rio	Padrão		
AR2008092705B	27/09/2008	20:39	Noturna	Grande rio	Padrão		
AR2008092801A	28/09/2008	10:40	Diurna	Grande rio	Padrão		X
AR2008092801B	28/09/2008	10:00	N/A	Aquário	Tanque		
AR2008092801C	28/09/2008	15:02	Diurna	Igarapé			X
AR2008092801D	28/09/2008		Diurna	Grande rio		X	
AR2008092802A	28/09/2008	14:00	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092802B	28/09/2008	11:02	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092802D	28/09/2008		Diurna	Grande rio		X	
AR2008092803A	28/09/2008	16:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092803B	28/09/2008	13:18	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008092803D	28/09/2008		Diurna	Grande rio		X	
AR2008092804B	28/09/2008	16:22	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092805B	28/09/2008	17:35	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092901A	29/09/2008	09:25	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092901B	29/09/2008	10:17	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008092902A	29/09/2008	12:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092902B	29/09/2008	14:04	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X

Número de Campo	Data	Hora	Amostra	Ambiente	Amostragem de peixes	Amostragem de moluscos	Amostragem de insetos
AR2008092903A	29/09/2008	15:25	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008092903B	29/09/2008	17:50	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008093001A	30/09/2008	10:00	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008093001B	30/09/2008	11:57	Diurna	Rio de médio porte	Padrão	X	X
AR2008093001C	30/09/2008	16:30	Diurna	Igarapé			X
AR2008093002A	30/09/2008	18:20	Noturna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008093002B	30/09/2008	18:36	Noturna	Igarapé	Padrão		
AR2008093003B	30/09/2008	20:20	Noturna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100101A	01/10/2008	13:35	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100101Ba	01/10/2008	10:58	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100101Bb	01/10/2008	12:42	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100101Bc	01/10/2008	14:00	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100101G	01/10/2008	10:30	Diurna	Igarapé		X	X
AR2008100101C	01/10/2008	08:00	Diurna	Grande rio	Linha e anzol		
AR2008100102A	01/10/2008	18:20	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008100102B	01/10/2008	16:40	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008100102C	01/10/2008	14:00	Diurna	Rio de médio porte		X	X
AR2008100102G	01/10/2008	18:00	Noturna	Grande rio	Tarrafa		
AR2008100103B	01/10/2008	20:30	Noturna	Igarapé	Padrão		
AR2008100103G	01/10/2008	20:00	Noturna	Grande rio	Tarrafa		
AR2008100201A	02/10/2008	10:50	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100201B	02/10/2008	10:05	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008100201C	02/10/2008	09:18	Diurna	Rio de médio porte		X	X
AR2008100201G	02/10/2008	08:00	Diurna	Grande rio	Tarrafa		
AR2008100202A	02/10/2008	11:50	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008100202B	02/10/2008	11:58	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100202D	02/10/2008	10:04	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100202G	02/10/2008	10:00	Diurna	Igarapé	Tarrafa		
AR2008100203G	02/10/2008	11:00	Diurna	Grande rio	Tarrafa		
AR2008100301A	03/10/2008	15:00	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008100301B	03/10/2008	15:15	Diurna	Grande rio	Padrão	X	X
AR2008100301D	03/10/2008		Diurna	Grande rio	Moluscos	X	
AR2008100301G	03/10/2008	09:00	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008100302A	03/10/2008	15:30	Diurna	Grande rio	Rede de espera		
AR2008100302B	03/10/2008	16:30	Diurna	Grande rio	Padrão	X	X
AR2008100303A	03/10/2008	19:00	Noturna	Grande rio	Padrão		
AR2008100304A	03/10/2008			Grande rio	Espindel		
AR2008100401A	04/10/2008	08:55	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100401B	04/10/2008	08:53	Diurna	Igarapé/Grande rio	Padrão		X
AR2008100402A	04/10/2008	10:35	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100402B	04/10/2008	10:09	Diurna	Grande rio	Padrão		X
AR2008100403A	04/10/2008	15:20	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008100403B	04/10/2008	11:25	Diurna	Grande rio	Padrão		X

Número de Campo	Data	Hora	Amostra	Ambiente	Amostragem de peixes	Amostragem de moluscos	Amostragem de insetos
AR2008100404B	04/10/2008	13:46	Diurna	Grande rio	Padrão		X
AR2008100405B	04/10/2008	15:10	Diurna	Grande rio	Padrão		X
AR2008100601A	06/10/2008	13:00	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008100601B	06/10/2008		Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100701A	07/10/2008	10:00	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100701B	07/10/2008	11:50	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008100702A	07/10/2008	12:15	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100702B	07/10/2008	16:51	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		X
AR2008100703A	07/10/2008	14:40	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008100704A	07/10/2008	17:30	Diurna	Rio de médio porte	Padrão		
AR2008100901A	09/10/2008	11:55	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008100902A	09/10/2008	14:40	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008100903A	09/10/2008	16:20	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101001A	10/10/2008	13:20	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101001B	10/10/2008	12:50	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008101002A	10/10/2008	15:25	Diurna	Igarapé	Padrão		X
AR2008101002B	10/10/2008	15:00	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008101003A	10/10/2008	17:02	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101003B	10/10/2008	18:00	Diurna	Igarapé	Padrão	X	
AR2008101101A	11/10/2008	09:30	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101101B	11/10/2008	10:07	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101102A	11/10/2008	12:15	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101102B	11/10/2008	11:28	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101103A	11/10/2008	15:35	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101103B	11/10/2008	13:54	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008101104A	11/10/2008	17:30	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008101201A	12/10/2008	13:10	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101201B	12/10/2008	10:46	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101202A	12/10/2008	15:15	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101202B	12/10/2008	13:00	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101203A	12/10/2008	17:15	Diurna	Igarapé	Padrão	X	X
AR2008101203B	12/10/2008	15:20	Diurna	Igarapé	Padrão		
AR2008101204A	12/10/2008	19:10	Noturna	Grande rio	Padrão		
AR2008101204B	12/10/2008	17:47	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008101301A	13/10/2008	11:25	Diurna	Grande rio	Padrão		
AR2008101301B	13/10/2008	08:40	Diurna	Grande rio	Padrão	X	X
AR2008101302B	13/10/2008	12:00	Diurna	Grande rio	Padrão	X	X

14 ANEXO IV – ESPÉCIES DE PEIXES AMOSTRADAS EM IGARAPÉS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS

Frequência relativa das espécies de peixes ocorrentes em igaraés (amostragens padronizadas) nas subunidades ecorregionais formada pelo agrupamento (índice de Jaccard) de SUHs em função da similaridade de espécies (SUlctio, vide Capítulo 9). N = número de SUlctios em que a espécie ocorre. Excl. = SUlctio de ocorrência exclusiva. Fonte: Buckup *et al.* (Capítulo 7, neste volume).

Espécie	SUlctio 1	SUlctio 2	SUlctio 3	SUlctio 4	SUlctio 5	N	Excl.
<i>Acaronia nassa</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	1	0.3	0	0.7	0	3	
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	0	0.6	0.7	0.2	0	3	
<i>Aequidens rondoni</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Aequidens</i> sp.cf. <i>A. epae</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Aequidens</i> sp.cf. <i>A. michaeli</i>	0	0.4	0.3	0	0	2	
<i>Aequidens tetramerus</i>	0	0.2	0.3	0.6	0	3	
<i>Ageniosus inermis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Amazonsprattus scintilla</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Anchovia</i> sp. 1	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Anchoviella</i> sp. 1	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Anchoviella</i> sp. 3	0	0.1	0	0.2	1	3	
<i>Ancistrus</i> sp. "punctatus"	1	0	0	0	0	1	1
<i>Ancistrus</i> sp. "bola branca"	0	0.4	0.3	0.4	0	3	
<i>Ancistrus</i> sp. 1	0	0.1	0	0.5	0	2	
<i>Ancistrus</i> sp. 2	0	0.4	0	0.4	0	2	
<i>Ancistrus</i> sp. 3	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Ancistrus</i> sp. 4	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Ancistrus</i> sp. 5	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Ancistrus</i> sp. 7	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Anostomus ternetzi</i>	0	0.4	0.3	0	0	2	
<i>Aphyocharacidium</i> sp.	0	0.5	0.3	0.5	0	3	
<i>Aphyocharax</i> sp. 1	0	0.3	0	0.2	1	3	
<i>Apistogramma</i> sp. 1	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Apistogramma</i> sp. 2	0	0.3	0	0.3	0	2	
<i>Apistogramma</i> sp. 3	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Apteronotus albifrons</i>	0	0	0	0.2	0	1	4

Espécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>Archolaemus blax</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Aspidoras microgalaeus</i>	0	0.1	0.3	0	0	2	
<i>Aspidoras</i> sp. aff. <i>A. poecilus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Astyanax ajuricaba</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0	0.2	0.3	0	0	2	
<i>Astyanax elachylepis</i>	0	0.3	0.3	0.3	0	3	
<i>Astyanax novae</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Astyanax saltor</i>	0	0.2	0	0.5	0	2	
<i>Astyanax</i> sp. 2	1	0.1	0.3	0.3	0	4	
<i>Astyanax</i> sp. 3	0	0.5	0.3	0	0	2	
<i>Astyanax</i> sp. 6	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Axelrodia</i> sp. 1	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Baryancistrus</i> sp. 5	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Batrachoglanis villosus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Biotodoma cupido</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Brachyopomus</i> sp.	0	0.1	0.3	0	0	2	
<i>Brycon falcatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Bryconadenos tanaotorus</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Bryconops affinis</i>	0	0.5	0	0.2	0	2	
<i>Bryconops alburnoides</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Bryconops caudomaculatus</i>	1	0.4	0.3	0.5	0	4	
<i>Bryconops giacopinii</i>	0	0.1	1	0	0	2	
<i>Bryconops melanurus</i>	1	0.4	0	0.6	0	3	
<i>Bryconops</i> sp. 1	0	0.2	0.3	0	0	2	
<i>Bryconops</i> sp. 3	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Bryconops</i> sp. 4	0	0.3	0.3	0	0	2	
<i>Bryconops</i> sp. 5	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Bryconops</i> sp. 6	0	0	0	0.2	2	2	
<i>Bryconops</i> sp. 7	0	0.1	0	0.5	0	2	
<i>Bujurquina</i> sp. 1	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Bujurquina</i> sp. 2	1	0	0	0	0	1	1
<i>Caiapobrycon</i> sp.	0	0	0.3	0.2	1	3	
<i>Caquetaia spectabilis</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Cetopsorhamdia</i> sp. 1	1	0	0.3	0	0	2	
<i>Chalceus epakros</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Characidae</i> sp. 1	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>Characidium crandellii</i>	0	0	0	0.3	0	1	4

Espécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>Characidium declivirostre</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Characidium hasemani</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Characidium</i> sp. 2 cf. <i>C. purpuratum</i>	0	0.1	0	0.3	0	2	
<i>Characidium</i> sp. 4	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Characidium steindachneri</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Characidium zebra</i>	0	0.9	1	1	1	4	
<i>Charax</i> sp. 1 cf. <i>notulatus</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Charax</i> sp. 2 cf. <i>pauciradiatus</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Chilodus punctatus</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Cichlasoma araguaensis</i>	0	0.2	0.3	0	0	2	
<i>Corydoras aeneus</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Corydoras albolineatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Corydoras cervinus</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Corydoras</i> sp. 1	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Corydoras</i> sp. 10	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Corydoras</i> sp. 2	0	0.1	0	0.3	0	2	
<i>Corydoras</i> sp. 3	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Corydoras</i> sp. 4	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Corydoras</i> sp. 9	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Corydoras splendens</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Creagrutus</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Creagrutus</i> sp. 2	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Creagrutus</i> sp. 4	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Crenicichla inpa</i>	0	0.6	0	0.4	0	2	
<i>Crenicichla isbrueckeri</i>	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>Crenicichla johana</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Crenicichla</i> sp. 1	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Crenicichla</i> sp. 2	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Crenicichla strigata</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Curmatella dorsalis</i>	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Cynodon gibbus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Cynopotamus xinguano</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Cyphocharax notatus</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Cyphocharax</i> sp. 1. cf. <i>leucostictus</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Cyphocharax spilurus</i>	0	0.8	0.7	0.8	1	4	
<i>Denticetopsis</i> sp.	1	0	0.3	0	0	2	

Espécie	SUlectio 1	SUlectio 2	SUlectio 3	SUlectio 4	SUlectio 5	N	Excl.
<i>Eigenmannia limbata</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Eigenmannia virescens</i>	0	0.8	1	0.2	0	3	
<i>Farlowella reticulata</i>	0	0.4	0.3	0	0	2	
<i>Farlowella rugosa</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Zeophagus altifrons</i>	0	0.2	0	0.3	0	2	
<i>Zeophagus argyrostictus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zeophagus</i> sp. 1	0	0	0.3	0.5	1	3	
<i>Zymnorhamphichthys rondoni</i>	0	0.3	1	0.2	0	3	
<i>Zymnotus carapo</i>	0	0.1	0	0.3	0	2	
<i>Zymnotus</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zymnotus</i> sp. 3	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zymnotus</i> sp. 4 gr. carapo	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Zarttia dissidens</i>	0	0	0	0.5	0	1	4
<i>Zarttia punctata</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Zarttia</i> sp. 1	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Zarttia uatumensis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zelogenes marmoratus</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Zemibrycon</i> sp.	0	0.3	0	0.3	0	2	
<i>Zemigrammus Levis</i>	0	0.4	0.3	0	0	2	
<i>Zemigrammus microstomus</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Zemigrammus ocellifer</i>	0	0.1	0	0.4	0	2	
<i>Zemigrammus</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zemiodus semitaeniatus</i>	0	0.1	0.3	0	0	2	
<i>Zemiodus</i> sp. 1	0	0.1	0.3	0.2	1	4	
<i>Zemiodus sterni</i>	0	0.1	0	0.2	1	3	
<i>Zemiodus tocaninensis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zemiodus unimaculatus</i>	0	0.1	0.3	0.2	1	4	
<i>Zemisorubim platyrhynchus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Zisonotus</i> sp. 1	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>Zisonotus</i> sp. 10	0	0.2	0	0.7	0	2	
<i>Zisonotus</i> sp. 11	0	0	0	0.4	0	1	4
<i>Zisonotus</i> sp. 8	0	0.5	0	0	0	1	2
<i>Zisonotus</i> sp. 9	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Zoplerythrinus unitaeniatus</i>	0	0.3	0.3	0.2	0	3	
<i>Zopliancistrus</i> sp. 1	0	0.1	0	0.4	0	2	
<i>Zoplias Aimara</i>	0	0.2	0.3	0.2	0	3	
<i>Zoplias curupira</i>	1	0.2	0	0	0	2	

Espécie	SUlectio 1	SUlectio 2	SUlectio 3	SUlectio 4	SUlectio 5	N	Excl.
<i>Hoplias malabaricus</i>	0	0.9	0.7	0.7	0	3	
<i>Hyphessobrycon cachimbensis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hyphessobrycon copelandi</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Hyphessobrycon diancistrus</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Hyphessobrycon heliacus</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i>	0	0	0.3	0.2	0	2	
<i>Hyphessobrycon moniliger</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Hyphessobrycon pulchripinnis</i>	0	0	0	0.5	0	1	4
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 2	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 3	0	0.6	0.3	0.2	0	3	
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 4	0	0.6	0.3	0	0	2	
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 5 aff. <i>heliacus</i> 2	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hyphessobrycon</i> sp. 6 aff. <i>heliacus</i> 1	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Hypoclinemus mentalis</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Hypoptopoma</i> sp.	0	0.3	0	0.2	0	2	
<i>Hypopygus lepturus</i>	0	0.1	1	0.2	0	3	
<i>Hypostomus ericae</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Hypostomus paucipunctatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hypostomus plecostomoides</i>	1	0.5	0.3	0.4	0	4	
<i>Hypostomus pyrineusi</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hypostomus soniae</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Hypostomus</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hypostomus</i> sp. 2	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Hypostomus</i> sp. 3 cf. <i>H.</i> <i>plecostomus</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>Hypostomus</i> sp. 4	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Hypostomus</i> sp. 5 cf. <i>H.</i> <i>plecostomus</i>	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Hypostomus</i> sp. 6	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Hypseacara temporale</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Iguanodectes spilurus</i>	0	0.1	0	0.4	1	3	
<i>Imparfinis hasemani</i>	0	0.2	0.7	0	0	2	
<i>Imparfinis</i> sp. 1	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Ituglanis amazonicus</i>	0	0.2	0.7	0	0	2	
<i>Jupiaba acanthogaster</i>	0	0.3	0	0.7	1	3	

Espécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>upiaba apenima</i>	0	0.2	0.7	0.2	0	3	
<i>upiaba meunieri</i>	0	0.1	0	0.4	0	2	
<i>upiaba pirana</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>upiaba polylepis</i>	1	1	0.3	0.4	1	5	
<i>upiaba</i> sp. 1	0	0	0	0.2	1	2	
<i>nodus</i> sp. 1	0	0.5	0	0.2	1	3	
<i>nodus</i> sp. 2	0	0	0.3	0.4	1	3	
<i>nodus</i> sp. 3	0	0.8	0	0.7	0	2	
<i>nodus</i> sp. 5	0	0	0.3	0.4	1	3	
<i>nodus</i> sp. 6	1	0.3	0.3	0.4	0	4	
<i>aemolyta proxima</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>eporinus cylindriciformes</i>	0	0	0	0.2	1	2	
<i>eporinus fasciatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>eporinus friderici</i>	0	0.5	0.7	0.7	1	4	
<i>eporinus granti</i>	0	0.2	0	0.5	0	2	
<i>eporinus maculatus</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>eporinus megalepis</i>	1	0.7	0.7	0.3	0	4	
<i>eporinus parae</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>eporinus</i> sp. 3 aff. <i>striatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>eporinus</i> sp. 4 cf. <i>vanzoi</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>eptodoras</i> sp. 1	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>matulichthys griseus</i>	0	0	0	0.4	1	2	
<i>tricararia</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>tricararia</i> sp. 2	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>tricararia</i> sp. 3	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>acropsobrycon xinguensis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>astiglanis asopos</i>	0	0.1	0.3	0	0	2	
<i>egalechis thoracata</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>egalonema</i> sp. 1	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>elanocharacidium dispilomma</i>	0	0.2	1	0	0	2	
<i>elanocharacidium</i> sp. 1	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>esonauta acara</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>etynnis maculatus</i>	0	0	1	0.2	0	2	
<i>icroglanis</i> sp.	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>icrophilynus</i> sp.	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>icroschemobrycon elongatus</i>	0	0.6	1	0	0	2	
<i>icroschemobrycon</i> sp. 1	0	0.1	0	0.4	1	3	

Espécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>Microschemobrycon</i> sp. 2	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Moenkhausia collettii</i>	0	0.9	0.7	0.8	1	4	
<i>Moenkhausia comma</i>	0	0	0	0.4	0	1	4
<i>Moenkhausia cotinho</i>	0	0.1	0.3	0.2	0	3	
<i>Moenkhausia dichrourea</i>	0	0.5	0	0	0	1	2
<i>Moenkhausia grandisquamis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Moenkhausia heikoi</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Moenkhausia lepidura</i>	1	0.2	0.7	0.5	1	5	
<i>Moenkhausia moisae</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	0	0.7	0.3	0.7	0	3	
<i>Moenkhausia phaenota</i>	0	0.2	0.7	0.2	0	3	
<i>Moenkhausia pirauba</i>	0	0.4	0.7	0	0	2	
<i>Moenkhausia</i> sp. 12	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>Moenkhausia</i> sp. 13	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Moenkhausia</i> sp. 15	0	0.8	0.7	0.6	1	4	
<i>Moenkhausia</i> sp. 3	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Moenkhausia</i> sp. 5	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Moenkhausia</i> sp. 6	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Moenkhausia</i> sp. 7	0	0.2	0	0.3	0	2	
<i>Moenkhausia</i> sp. 8	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Myleus schomburgkii</i>	0	0.2	0	0.2	1	3	
<i>Myleus setiger</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0	0.1	0	0.2	1	3	
<i>Myloplus</i> sp. 2	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Myloplus</i> sp. 4	0	0.4	0	0.2	0	2	
<i>Myloplus</i> sp. 6	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>Myloplus</i> sp. 9	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Nannostomus limatus</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Nanorhamdia stictonotus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Ochmacanthus</i> sp. 1	0	0.3	0.3	0	0	2	
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Otocinclus hasemani</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Otocinclus vestitus</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Otocinclus vittatus</i>	0	0.6	0	0	0	1	2
<i>Oxyropsis</i> sp.	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Pamphorichthys araguiensis</i>	0	0.4	0.7	0	0	2	
<i>Pamphorichthys minor</i>	0	0.1	0	0	0	1	2

spécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>'amphorichthys scalpridens</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>'anaque nigrolineatus</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'arodon bucklei</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'arodon pongoensis</i>	0	0.6	0	0.4	1	3	
<i>'arotocinclus aripuanensis</i>	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>'arotocinclus sp. 1</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'arotocinclus sp. 2</i>	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>'arotocinclus sp. 3</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>'eckoltia brevis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'etulanus intermedius</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'henacogaster sp. 1</i>	0	1	0.3	0.5	0	3	
<i>'henacogaster sp. 2</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>'henacorhamdia sp.</i>	0	0.6	0.3	0.3	0	3	
<i>'imelodella cristata</i>	0	0.5	0	0	0	1	2
<i>'imelodella sp. 1</i>	0	0.7	0	0.3	0	2	
<i>'imelodella sp. 2</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>'imelodus albofasciatus</i>	0	0.2	0	0.3	0	2	
<i>'imelodus ornatus</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>'optella compressa</i>	0	0.8	0.3	0.2	0	3	
<i>'otamorrhaphis sp.</i>	0	0.3	0	0.2	0	2	
<i>'rochilodus nigricans</i>	0	0.7	0	0	0	1	2
<i>'seudancistrus sp.</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'seudanos irinae</i>	0	0	0	0.3	0	1	4
<i>'seudoloricaria laeviuscula</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>'seudopimelodus bufonius</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'seudopimelodus pulcher</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'terygoplichthys xinguensis</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'yrrhulina semifasciata</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>'yrrhulina sp. 1</i>	0	0	0.3	0	0	1	3
<i>'etroculus xinguensis</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>'hamdella sp. 1</i>	0	0	0.3	0.2	0	2	
<i>'hamdia itacaiunas</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>'hamdia quelen</i>	0	0.2	0	0.2	0	2	
<i>'hamphichthys rostratus</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>'ineloricaria lanceolata</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>'ineloricaria sp. 1</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>'ineloricaria sp. 2</i>	0	0.2	0	0	0	1	2

Espécie	SUIctio 1	SUIctio 2	SUIctio 3	SUIctio 4	SUIctio 5	N	Excl.
<i>Rineloricaria sp. 3</i>	0	0	0	0.4	0	1	4
<i>Rineloricaria sp. 5</i>	0	0.3	0.3	0	0	2	
<i>Rineloricaria sp. 6</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Rineloricaria sp. 7</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Rivulus sp. 1</i>	0	0	0.7	0	0	1	3
<i>Rivulus sp. 2</i>	0	0.2	0	0.2	0	2	
<i>Rivulus sp. 3</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Roebroexodon guyanensis</i>	0	0.5	0.3	0.2	1	4	
<i>Roeboides affinis</i>	0	0.5	0	0.2	0	2	
<i>Satanoperca jurupari</i>	0	0.3	0	0.3	0	2	
<i>Schizodon vittatus</i>	0	0.1	0	0.2	0	2	
<i>Serrapinnus sp. 1</i>	0	0.8	0	0.2	0	2	
<i>Serrapinnus sp. 2</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Serrasalmus eigenmanni</i>	0	0.2	0	0.2	0	2	
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Spatuloricaria sp.</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Squaliforma emarginata</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Stegophilus panzeri</i>	0	0	0	0.2	1	2	
<i>Steindachnerina sp. 1 cf. amazonica</i>	0	0.4	0	0	0	1	2
<i>Steindachnerina sp. 2 cf. fasciata</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Sternarchorhynchus mesensis</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Sternopygus macrurus</i>	1	0.2	0.7	0.4	0	4	
<i>Sturisoma barbatum</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Synbranchus sp.</i>	0	0.2	0.3	0.3	0	3	
<i>Tatia intermedia</i>	0	0.2	0	0	0	1	2
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	0	0.6	0	0	0	1	2
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	0	0.7	0.3	0	0	2	
<i>Thayeria boehlkei</i>	0	0.7	0.7	0	0	2	
<i>Thayeria sp. 1</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Thayeria sp. 2</i>	0	0	0	0.2	0	1	4
<i>Trichomycterus sp.</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Triportheus curtus</i>	0	0.3	0	0	0	1	2
<i>Tyttobrycon sp. 1</i>	0	0.1	0	0	0	1	2
<i>Xenobrycon sp.</i>	0	0.3	0.3	0.2	0	3	