Rapid Assessment Program
Programa de Avaliação Rápida

18

RAP Bulletin of Biological Assessment

RAP Buletim de Avaliação Biológica

A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Philip W. Willink, Barry Chernoff, Leeanne E. Alonso, Jensen R. Montambault, and Reinaldo Lourival, Editors, *Editores*

CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE (CABS)
CONSERVATION INTERNATIONAL
THE FIELD MUSEUM
MUSEU DE ZOOLOGIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EMBRAPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CONSERVATION PRIORITIES: THE ROLE OF RAP

Our planet faces many serious environmental problems, among them global climate change, soil erosion, and pollution. At Conservation International (CI), we believe that there is one problem that surpasses all others in terms of importance because of its irreversibility, the extinction of biological diversity. Conservation efforts still receive only a tiny fraction of the resources, both human and financial, needed to get the job done. As a result of this, we must use available resources efficiently, applying them to those places with the highest concentrations of diversity that are at most immediate risk of disappearing.

CI uses a strategic approach for setting conservation investment priorities. At a global level, we have targeted the "hotspots", twenty-five areas that hold a third or more of all terrestrial diversity and are at a great risk. Our global priorities also focus on major tropical wilderness areas and the "mega-diversity" country concept, which highlights the importance of the national entities that harbor high biodiversity. We are now undertaking a series of priority-setting exercises for other major categories of ecosystems, among them marine systems, freshwater aquatic systems, deserts, and dry forests.

The next level of priority setting is the bioregional workshop, a process where experts assemble their combined knowledge of an area to map regional conservation priorities using CI's geographic information system (CIGIS). We have also taken a taxon-based approach, working with the Species Survival Commission of IUCN to produce action plans for key groups of organisms.

These priority-setting exercises provide the scientific underpinning for urgent conservation decisions in hotspot regions. Although the hotspots we have identified occupy less than 3-4 percent of the land surface of the planet, they still cover several million square kilometers, only small areas of which have been properly inventoried. To fill the gaps in our regional knowledge, CI created the Rapid Assessment Program (RAP) in 1989.

RAP assembles teams of international and host-country experts to generate first-cut assessments of the biological value of poorly known areas. An area's importance can be characterized by its total biodiversity, its degree of endemism, the uniqueness of an ecosystem, and the degree of risk of extinction. As a conservation tool, RAP precedes long-term scientific inventory.

When satellite images of an area targeted for a RAP assessment are available, the team consults them prior to a trip to determine the extent of forest cover and likely areas for exploration. Once in-country, the scientists make overflights in small planes or helicopters to identify forest types and points for field transects. Ground travel often requires a combination of vehicles, boats, pack animals, and foot travel to get the team to remote sites where few, if any, roads exist. Trips last from two to eight weeks.

On each trip, in-country scientists form a central part of the team. Local experts are especially critical to understanding areas where little exploration has been undertaken. Subsequent research and protection of habitats following a RAP trip depends on the initiatives of local scientists and conservationists.

The RAP concept was born during a field trip by Murray Gell-Mann of the MacArthur Foundation, Spencer Beebe, one of CI's founders, and the late Ted Parker, former leader of the RAP team. RAP was founded with funding from the John D. and Catherine T. MacArthur Foundation's World Resources and Environment Program, headed by Dan Martin.

RAP reports are available to the host governments of the countries being surveyed and to all interested conservationists, scientists, institutions, and organizations. We hope that these reports will catalyze effective conservation action on behalf of our planet's biological diversity, the legacy of life that is so critical to us all.

Russell A. Mittermeier
President

Jørgen Bent Thomsen
Vice President for Conservation Biology

Rapid Assessment Program
Programa de Avaliação Rápida

18

RAP Bulletin of Biological Assessment

RAP Buletim de Avaliação Biológica

A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Philip W. Willink, Barry Chernoff, Leeanne E. Alonso, Jensen R. Montambault, and Reinaldo Lourival
Editors, *Editores*

CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE (CABS)
CONSERVATION INTERNATIONAL
THE FIELD MUSEUM
MUSEU DE ZOOLOGIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EMBRAPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

RAP Bulletin of Biological Assessment is published by:
Conservation International
Center for Applied Biodiversity Science
Department of Conservation Biology
2501 M Street, NW, Suite 200
Washington, DC 20037
USA
202-429-5660 tel
202-887-0193 fax
www.conservation.org

Editors: Philip W. Willink, Barry Chernoff, Leeanne E. Alonso, Jensen R. Montambault and Reinaldo Lourival
Assistant Editors: Mônica Harris and Anthony Rylands
Design: Glenda P. Fábregas
Maps: Vineet Katariya (GIS Lab) and Philip Willink
Cover photographs: Jed Murdoch (color) and Robin Foster
Translators: Mônica Harris, Conservation International and Russian Language Institute

Conservation International is a private, non-profit organization exempt from federal income tax under section 501 c(3) of the Internal Revenue Code.

ISBN 1-881173-35-6

©2000 by Conservation International.
All rights reserved.
Library of Congress Card Catalog Number 00-108756

The designations of geographical entities in this publication, and the presentation of the material, do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of Conservation International or its supporting organizations concerning the legal status of any country, territory, or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Any opinions expressed in the RAP Bulletin of Biological Assessment Series are those of the writers and do not necessarily reflect those of Conservation International or its co-publishers.

RAP Bulletin of Biological Assessment was formerly RAP Working Papers. Numbers 1-13 of this series were published under the previous series title.

Suggested citation:
Philip W. Willink, Barry Chernoff, Leeanne E. Alonso, Jensen R. Montambault and Reinaldo Lourival (eds.). 2000. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. RAP Bulletin of Biological Assessment 18. Conservation International, Washington, DC.

(symbol)Printed on recycled paper.

PREFACE

The Pantanal is the world's largest wetland containing more than 365,000 km^2, 140,000 km^2 of which comprise the central floodplain. Home to thousands of species of plants and animals, the Pantanal provides sanctuary for migratory birds, critical nursery grounds for fishes, and critical refuge for black caiman, deer and jaguars. The Upper Paraguay River Basin, where the Pantanal is located, is a region rich in farming and cattle ranching. Threats to the stability and sustainability of Pantanal ecosystems come from within the Pantanal and beyond its borders. Habitat conversion for farming and ranching have eliminated many large tracts of forest and have changed the characteristics of river systems. The planned Hidrovia project – channelization and straightening of the Rio Paraguai – has the potential to drain large tracts of the Pantanal and forever change the characteristics of its natural flood cycle.

For these reasons a team of 31 scientists, two logistical coordinators, one photographer, one internet correspondent, and six truck drivers/assistants undertook an AquaRAP expedition to the southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, from August 24 – September 14, 1998. The group divided into two teams in order to survey: i) the headwaters of the Rio Taquari, Rio Aquidauana, Rio Negro and Rio Miranda; and ii) the entire watershed of the Rio Negro, including the Rio Taboco, from the headwaters to its mouth in the Rio Paraguai. The scientific team was multinational and multidisciplinary. They came from Brasil, Ecuador, Perú, Venezuela and the United States. The scientists were specialists in aquatic and terrestrial botany, decapod crustaceans, macroinvertebrates, ichthyology, herpetology, and limnology, including water chemistry and plankton. The AquaRAP team contained both established scientists and students. The expedition was focused primarily upon the biological and conservation value of the region and how integrated solutions can work to preserve the maximum amount of biodiversity in the face of current and future threats.

The organization of the report begins with an executive summary which includes a brief overview of the physical and terrestrial characteristics of the region, as well as summaries of the technical reports of the scientific disciplines, and concludes with recommendations for a conservation strategy. We then present the biological results from botany, limnology, decapod crustaceans, fishes, and amphibians and reptiles. The last chapter highlights the commonalties among different floral or faunal elements in relation to geography and ecology. The disciplinary reports are written as scientific papers, each self contained with its own literature citations for ease of use. After the scientific papers, we include a glossary of terms and then the appendices with much of the raw data.

We would like to explain our use of the terms diversity and species richness. In vernacular usage diversity, when used in the context of biological organisms, refers to the numbers of and variety of types of species, organisms, taxa, etc. In the ecological literature, diversity takes on a slightly different, more specific meaning, referring to the number of entities in combination with their relative abundances. The ecological use of diversity can be found in Chapter 4. In this volume diversity is used in two ways: i) in the general, vernacular, sense we occasionally refer to the "diversity of

organisms", meaning the number of and variety of organisms; but ii) in the ecological sense, we refer to "low or high diversity", meaning "diversity" as calculated from a specific formula. Note that in the vernacular usage, diversity is never modified by high or low or used in a comparative way. From the ecological literature, the term species richness means the number of species. We use species richness in several chapters (e.g., Chapter 7) when referring to the number of species present in a habitat or river basin.

This report is intended to be used by decision makers, environmental managers, governmental and non-governmental agencies, students and scientists. The novel information and analyses presented herein have two aims: (i) to present a compelling case and cogent strategy for conservation efforts within the region; and (ii) to provide scientific data and analyses that will stimulate future scientific research of this critical region. We have attempted in this volume not simply to present an inventory of the organisms that we encountered during our expedition but rather to use that information to evaluate conservation strategies under different scenarios of environmental threat (e.g., Chapter 7). We welcome comments and criticisms as we continue to evolve AquaRAP and the methods used for evaluating conservation strategies from biological data.

Barry Chernoff
Philip W. Willink
Leeanne E. Alonso
Jensen R. Montambault
Reinaldo Lourival

TABLE OF CONTENTS

3 Preface

8 Participants

13 Organizational Profiles

15 Acknowledgments

17 Report at a Glance

19 Executive Summary and Overview

19 Introduction
21 Chapter summaries
25 Recommended Conservation and Research Activities

28 Chapters

28 **1. Introduction to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Reinaldo Lourival, Mônica Harris and Jensen R. Montambault

34 **2. A Floristic Survey of the Rio Negro, Rio Aquidauana and Rio Miranda Watersheds (Headwaters) of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima and Ubirazilda Maria Rezende

44 **3. Description of the Vegetation of the Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Robin B. Foster, Vali J. Pott and Suzana de Salis

49 **4. Zoobenthos Survey of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Alice Michiyo Takeda, Marcos Callisto Faria Pereira and Francisco Antonio R. Barbosa

56 **5. Diversity and Abundance of Decapod Crustaceans in the Rio Negro Basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Célio Magalhães

63 **6. Fishes of the Rios Negro, Negrinho, Taboco, Aquidauana, Taquari and Miranda, Pantanal, Brasil: Diversity, Distribution, Critical Habitats and Value**
Philip W. Willink, Otávio Froehlich, Antonio Machado-Allison, Naércio Menezes, Osvaldo Oyakawa, Agostinho Catella, Barry Chernoff, Flávio C.T. Lima, Mônica Toledo-Piza, Hernán Ortega, Angela Maria Zanata and Ramiro Barriga

82 **7. Ecological and Geographical Structure in Assemblages of Freshwater Fishes in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Barry Chernoff and Philip W. Willink

98 **8. Amphibian and Reptile Survey of Selected Localities in the Southern Pantanal Floodplains and Surrounding Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro and Vanda Lúcia Ferreira

103 **9. Biodiversity Patterns within the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Barry Chernoff and Philip W. Willink

107 Glossary

PARTICIPANTS

Rio Negro Team

Dr. Leeanne Alonso (invertebrates)
Rapid Assessment Program
Conservation International
2501 M Street, NW, Ste. 200
Washington, D.C. 20037 USA
Fax: 202-887-0193
Email: l.alonso@conservation.org

Dr. Francisco Antonio R. Barbosa (limnology)
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Geral
Laboratório de Limnologia
Caixa Postal 486
Belo Horizonte, MG, Brasil
CEP: 30.161-970
Fax: 55-31-499-2567
Email: barbosa@mono.icb.ufmg.br

Dr. Ramiro Barriga (ichthyology)
Departamento de Ciencias Biológicas
Escuela Politécnica Nacional
Apartado 17-01-2759
Quito, Ecuador
Fax: 593-2-566-7847
Email: rbarriga@mail.epn.edu.ec

Dr. Marcos Callisto Faria Pereira (limnology)
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Geral
Laboratório de Limnologia
Caixa Postal 486
Belo Horizonte, MG, Brasil
CEP: 30.161-970
Fax: 55-31-499-2567
Email: callisto@mono.icb.ufmg.br

Agostinho Catella (ichthyology)
EMBRAPA Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1800
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: catella@cpap.embrapa.br

Dr. Barry Chernoff (ichthyology)
Department of Zoology
The Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7754
Email: chernoff@fmnh.org

Luís Henrique Sant'Agostino (coordinator)
Campo Grande, MS, Brasil

Dr. Robin Foster (botany)
Botany Department
Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7932
Email: foster@fmnh.org

Otávio Froehlich (ichthyology)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Departamento de Biologia
CCBS – Caixa Postal 549
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.070-900
Fax: 55-67-384-5832
Email: otaviofr@nin.ufms.br

Arlo Hemphill (internet correspondent)
Fundación Jatun Sacha
Pasaje Eugenio Santillan N34-248 y Maurian
Urbanización Rumipamba
Casilla Postal #17-12-867
Quito, Ecuador
Fax: 593-02-432-240
Email: antisana@yahoo.com

Dr. Antonio Machado-Allison (ichthyology)
Instituto de Zoologia Tropical
Laboratorio de Ictiología
Universidad Central de Venezuela
Apartado Correos 47058
Caracas 1041-A, Venezuela
Fax: 582-605-2204
Email: amachado@strix.ciens.ucv.ve

Dr. Célio Magalhães (invertebrates)
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Coordenacão de Pesquisas em Biologia Aquatica
Caixa Postal 478
Manaus, AM, Brasil
CEP: 69.011-970
Fax: 55-92-643-3095
Email: celiomag@inpa.gov.br

Dr. Debra Moskovits (coordinator)
Environmental and Conservation Programs
Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7440
Email: dmoskovits@fmnh.org

Jed Murdoch (photographer)
Rapid Assessment Program
Conservation Interational
2501 M Street, NW, Ste. 200
Washington, DC 20037 USA
Fax: 202-887-0193
Email (c/o): l.alonso@conservation.org

Marcia Divina de Oliveira (limnology)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumba, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: mmarcia@embrapa.cpap.br

Vali Pott (botany)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumba, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: vjpott@cnpge.embrapa.br

Cynthia Peralta de Almeida Prado (herpetology)
UNESP - Rio Claro
Instituto de Biociências
Departamento de Zoologia
Av. 24-A, 1515
Caixa Postal 199
Rio Claro, SP, Brasil
CEP: 13506-900
Fax: 55-(19)-534-0009
Email: cpap@rc.unesp.br

Suzana Maria de Salis (botany)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumba, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: smsalis@cpap.embrapa.br

Dr. Alice Michiyo Takeda (invertebrates)
Universidade Estadual de Maringa – Nupelia
Avenida Colombo, 5690
Maringa, PR, Brasil
Fax: 55-44-263-1616
Email: alice@nupelia.uem.br

Masao Uetanabaro (herpetology)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Departamento de Biologia
Laboratório de Zoologica
Caixa Postal 549
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.070-900
Fax: 55-67-787-3311
Email: masao@nin.ufms.br

Philip Willink (ichthyology)
Department of Zoology
The Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7754
Email: pwillink@fmnh.org

Headwaters Team

Geraldo Alves Damasceno, Júnior (botany)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro Universitario de Corumba
Departamento de Ciências do Ambiente
Avenida Rio Braco 1270
Caixa Postal 252
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.304-020
Fax: 55-67-231-6424
Email: geraldo@pantanalnet.com.br

Vanda Lúcia Ferreira (herpetology)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro Universitário de Corumbá
Departamento de Ciências do Ambiente
Avenida Rio Braco 1270
Caixa Postal 252
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.304-020
Fax: 55-67-231-6424
Email: vanda@pantanalnet.com.br

Flávio C. T. Lima (ichthyology)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazare, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04.263-000
Fax: 55-11-274-3455
Email: fctlima@usp.br

Reinaldo Lourival (coordinator)
Conservation International-Pantanal
Rua Eduardo Santos Pereira, 1550 - sala 16
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.020-170
Fax: 55-67-751-5191
Email: r.lourival@conservation.org.br

Dr. Naércio Menezes (ichthyology)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazare 481
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: naercio@usp.br

Jimi Naoki Nakajima (botany)
Universidade Federal de Uberlandia
Depto. Biociências
Caixa Postal 593
Uberlândia, MG, Brasil
CEP: 38.400-902
Fax: 55-21-34-218-2243
Email: nakajima@ufu.br

Dr. Hernán Ortega (ichthyology)
Museo de Historia Natural
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Apartado 14,0434
Lima 14, Perú
Fax: 511-265-6819
Email: hortega@musm.edu.pe

Dr. Osvaldo Oyakawa (ichthyology)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazare 481
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: oyakawa@usp.br

Dr. Mônica de Toledo Piza (ichthyology)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazare, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: mtpiza@usp.br

Ubirazilda Maria Rezende (botany)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Herbaria
Caixa Postal 549
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.070-900
Fax: 55-67-787-3311
Email: rezende@nin.ufms.br

José Sabino (ichthyology)
Museu de Historia Natural
Instituto de Biologia
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP, Brasil
Email: sabino@cpap.embrapa.br

Christine Strüssmann (herpetology)
PUCRS - Faculdade de Biociências
Pós - Graduação em Biociências - Zoologia
Av. Ipiranga 6681, Prédio 40, Sala 152
Porto Alegre, RS, Brasil
CEP: 90619-900
Fax: 55-65-661-3504
Email: eunectes@terra.com.br

Angela Maria Zanata (ichthyology)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazare, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04.263-000
Fax: 55-11-819-6216
Email: zanata@usp.br

General Editors/Coordinators

Mônica Harris (coordinator)
Conservation International-Pantanal
Rua Eduardo Santos Pereira, 1550 - sala 16
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.020-170
Fax: 55-67-751-5191
Email: m.harris@conservation.org.br

Jensen R. Montambault (editor)
Rapid Assessment Program
Conservation International
2501 M Street, NW, Ste. 200
Washington, D.C. 20037 USA
Fax: 202-887-0193
Email: j.montambault@conservation.org

ORGANIZATIONAL PROFILES

CONSERVATION INTERNATIONAL

Conservation International (CI) is an international, nonprofit organization based in Washington, DC. CI believes that the Earth's natural heritage must be maintained if future generations are to thrive spiritually, culturally, and economically. Our mission is to conserve the Earth's living heritage, our global biodiversity, and to demonstrate that human societies are able to live harmoniously with nature.

Conservation International
2501 M St., NW, Suite 200
Washington, DC 20037 USA
202-429-5660
202-887-0193 (fax)
http://www.conservation.org
http://www.conservation.org/AquaRAP

FIELD MUSEUM

The Field Museum (FM) is an educational institution concerned with the diversity and relationships in nature and among cultures. Combining the fields of Anthropology, Botany, Geology, Paleontology and Zoology, the Museum uses an interdisciplinary approach to increasing knowledge about the past, present, and future of the physical earth, its plants, animals, people, and their cultures. In doing so, it seeks to uncover the extent and character of biological and cultural diversity, similarities and interdependencies so that we may better understand, respect, and celebrate nature and other people. Its collections, public learning programs, and research are inseperably linked to serve a diverse public of varied ages, background and knowledge.

Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605
312-922-9410
312-665-7932 (fax)
http://www.fieldmuseum.org

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

The Federal University of Mato Grosso do Sul is a relatively young educational institution concerned mainly with the physical, biological and sociological context of the State of Mato Grosso do Sul, Brasil. It offers an array of undergraduate and graduate courses in five separate disciplines. The growing research efforts are centered mainly on the understanding of the conditions prevalent in its area of influence, which is very diverse with a complex geological, biological and sociological history. A significant part of those efforts are now being directed to the Pantanal and bordering areas, aiming to uncover the wealth of biodiversity of this unique region and promote conservation, with the prospect of integrating socio-economical activities of the people living with the environment.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Ciudade Universitária s/n
Campo Grande - MS
Tel: (67) 787-3311

MUSEU DE ZOOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

The Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) is an institution devoted to education and research based on the largest zoological collection in South America (nearly 7 million specimens). The collections, scientific research and the public exhibits are used to promote education at several levels, from elementary school to college. Graduate courses in systematics and taxonomy are offered by museum researchers and professors who are also engaged as advisors of the Graduate Course in Zoology of the São Paulo University. Current research on systematics, evolution and biogeography are carried out on molluscs, crustaceans, insects, fishes, reptiles and mammals.

Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Av. Nazaré, 481
Caixa Postal 42694
CEP 04299-970
São Paulo, SP, Brasil
011-274-3690 (fax)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) is a public organization, linked to the Ministry of Agriculture and Food Supply, with juridical private company characteristics. It does research on all products which form part of the Brasilian table: from bread to meat, from milk to beans. EMBRAPA's mission is to provide feasible solutions for the sustainable development of the Brasilian agribusiness by generating, adapting and transferring knowledge and technology that benefits the Brasilian society. EMBRAPA coordinates the National Agricultural Research System with cooperating institutions carrying out research in geographical areas or in defined fields of scientific knowledge. Networking through 37 research units, three services and 15 central units, EMBRAPA is present in almost all the states of the Union, each with its own ecological conditions. The Center for Agricultural Research on the Pantanal, EMBRAPA Pantanal, objectives are: generate, adapt and transfer knowledge and technologies, aiming at the development of the Pantanal following conservationist principles.

EMBRAPA - Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Tel: (67) 231-1430
Fax: (67) 231-1011
postmaster@cpap.embrapa.br

ACKNOWLEDGMENTS

Logistics for the 1998 Pantanal AquaRAP were expedited by the office of Conservation International-Pantanal – Mônica Harris worked tirelessly to provide excellent logistics for a very complicated field program. We are grateful to CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) and to the Ministério da Ciência e Tecnologia of the Brasilian Government for issuing the permits for scientific collecting (Portaria No. 288, 12 Ago. 1998) through an International Cooperation Project with Naércio Menezes (MZUSP) as the Brazilian scientific representative.

We would like to thank Célio de Freitas Batalha, Antônio Carlos Mota and Hélio Perini of FORD – Brasil for lending two Rangers pick-up 4 x 4 for the expedition. We would also like to thank Dr. Mário Dantas, Head of EMBRAPA Pantanal. We are extremely grateful to Heitor Herrera and Joaquim Cavalcanti Freire, Kiko Freire Filho and Rita Maria Jurgielewicz for allowing us to camp or stay on their farms during the preliminary overflights or during the expedition.

Important scientific information, programs and shared references for this report were provided by Lawrence Heaney, Bruce Patterson, Jeffrey Walker from the Field Museum and Matthew Leibold and Michael Foote from the University of Chicago. Anthony Rylands (Center for Applied Biodiversity Science /Universidade Federal de Minas Gerais), Célio Magalhães (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), Gustavo Fonseca, Inês Castro, Bryan Kelley, Jed Murdoch, Glenda Fábregas, Reinaldo Lourival and Mônica Harris from Conservation International are also gratefully acknowledged for their help in many phases of the expedition and preparation of the report. Anthony Rylands, Célio Magalhães, and Miguel Trefaut Rodrigues (Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências) were kind enough to lend their expertise in Pantanal fauna to identify some of the photos used in this report. Arlo Hemphill, formerly of CI, was an intrepid colleague in the field and prepared excellent daily reports and stories for the AquaRAP website; many of Jed Murdoch's wonderful photos appear there. Additionally, we would like to express our gratitude to Kluwer Academic Publishers for their kind permission to reprint maps from *The Pantanal of Poconé*, and to Conservation International's Vineet Katariya, Alan Mok, and John Musinsky for their intensive work on the large scale map of the Pantanal, conservation areas, and satellite imagery mosaic which will provide a useful conservation tool for all those interested in the Pantanal.

The Smart Family Foundation generously provided the funds for our educational outreach vis a vis the daily reporting from the field to our website by satellite uplinks. We would also like to thank Jay Fahn, David and Janet

Shores, and Joan and Selma Goldstein for their contributions to the AquaRAP program. We cannot express sufficient thanks to the Rufford Foundation for funding this expedition and for their support of the AquaRAP program. Lastly we express our deepest gratitude to John McCarter, Russell Mittermeier and Peter Seligmann for their continuing support of AquaRAP. Shores, and Joan and Selma Goldstein for their contributions to the AquaRAP program. We cannot express sufficient thanks to the Rufford Foundation for funding this expedition and for their support of the AquaRAP program. Lastly we express our deepest gratitude to John McCarter, Russell Mittermeier and Peter Seligmann for their continuing support of AquaRAP.

The AquaRAP Headwaters Botany Team would like to thank Iria Hiromi Ishii, Arnildo Pott, Maria Cândida Henrique Mamede, Paulo Takeo Sano, Tatiana Seduski, Eduardo G. Gonçalves, Inês Cordeiro, João Renato Stehmann, Rosana Romero, Rosângela Simão Bianchini, Jefferson Prado, Lucia Rossi, Maria Lúcia Kawasaki, Angela L. Sartori, and Jorge Y. Tamashiro for help identifying plants or reviewing the text.

The AquaRAP Ichthyology Team would like to thank the Field Museum's Mary Anne Rogers and Kevin Swagel for all their help in unpacking, packing, and providing materials and space for the sorting and identification of all the fishes from the Pantanal AquaRAP expedition. Célio Magalhães collected many of the smaller fishes as he was using dip nets to collect decapods. We would also like to thank Alice Takeda, Reinaldo Lourival, Leeanne Alonso, Eduardo Junqueira, Tony Faiola, Luiz Barriga, Luís Henrique Sant'Agostino, Ico and Lincoln for helping us collect fishes.

The AquaRAP Herpetology Team would like to thank Dr. Célio F.B. Haddad and Paulo C.A. Garcia (UNESP, Rio Claro, SP, Brasil), for identifying some amphibian species; Otávio Froehlich (UFMS, Campo Grande, MS, Brasil), for critical reading of the manuscript and help with the English version; and William Milsom for help with the English translation.

REPORT AT A GLANCE

A BIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE AQUATIC ECOSYSTEMS OF THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

1) Dates of Studies:
AquaRAP Expedition: August 24 - September 14, 1998

2) Description of Location:
The Pantanal is the world's largest wetland. The central floodplain is located in a 140,000 km^2 bowl-like depression predominantly in Brasil, but also including portions of Paraguay and Bolivia. The surrounding area is mostly cerrado savanna, cerradão low forest, or pastures situated on top of the Brasilian Shield. Rivers flow off of the Shield and drop into the Pantanal where they form an amalgamation of deltas. The extremely flat terrain and seasonal rains cause widespread flooding. This results in a landscape of anastomizing river channels, abandoned river courses, and seasonally isolated swamps, backwaters, and lakes.

3) Reasons for AquaRAP Studies:
Despite its large size and complexity, the area is threatened by many factors. Widespread deforestation and erosion in the surrounding highlands results in siltation and clogging of wetland waterways. Habitat conversion and deforestation in the lowlands has lessened the environmental quality of many backwater areas and swamps. The proposed Hidrovia project and smaller dredging and channelization projects are anticipated to drain large sections of the region. Unregulated fishing and tourism could also impact the Pantanal adversely.

4) Major Results:
The Pantanal is an extremely complex hydrological system which supports a multitude of aquatic plants, invertebrates, fishes, waterfowl, and other species, some of which are not found outside of the Pantanal. The headwater and lowland regions were found to be biologically distinctive from each other. The species living in the headwater environments have relatively narrow distributions. The survival of lowland communities is strongly tied to the flood cycle and to the maintenance of inundated macrohabitats (e.g., baías, swamps, lagoons). A significant result was that the presence of riparian forest or flooded vegetation increased the number of species and abundance of fishes and benthic macroinvertebrates. Disruptions to the hydrological regime, such as excess siltation or the Hidrovia project, would devastate the aquatic ecosystem. The lucrative fishing and tourism industries would also suffer.

Plants (Headwaters):	431 morphospecies
Plants (Rio Negro):	239 morphospecies
Benthic Macroinvertebrates:	70 taxa
Shrimps and Crabs:	10 species
Fishes:	193 species
Reptiles and Amphibians:	65 species

5) New Records for the Pantanal:

Plants (Headwaters):	possibly 3 species
Benthic Macroinvertebrates:	at least 4 species
Shrimps and Crabs:	possibly 2 species
Fishes:	possibly 3 species
Reptiles and Amphibians:	at least 3 species

6) New Species:

Shrimps and Crabs:	possibly 2 species
Fishes:	36 species
Reptiles and Amphibians:	at least 2 species

7) Conservation Recommendations:
Curtail activities that affect flooding duration and intensity including, but not limited to, dredging, channelization and the Hidrovia project. Flooded areas must be protected as nurseries for fishes and invertebrates. Discontinue deforestation and implement reforestation programs along river margins, particularly in the headwater regions. Work to establish a corridor of critical habitats from the headwaters to the lower floodplain of the Rio Negro. The commitment of the local ranchers and communities is essential to the conservation of the Pantanal.

EXECUTIVE SUMMARY AND OVERVIEW

INTRODUCTION

The Pantanal is the largest wetland in the world (Mittermeier et al., 1997), covering more than 365,000 km^2, 140,000 km^2 of which comprise the central floodplain in Brasil, Bolivia, and Paraguay (Map 1, 2). The word "Pantanal" is derived from the Portuguese word "pântano" which literally means "swamp". The lowlands of the Pantanal form a broad plain of very shallow gradient. During the rainy season flooding is extensive, creating an interconnected waterway among swamps, lagoons, backwaters and oxbow lakes. Due to the magnitude of the flooding and the presence of relatively soft soils, unique habitats (baías) form as depressions at the upper extent of the inundation, which are exceedingly rich in plant life. The extensive wetlands during flood season serve as critical nursery areas for fishes, crustaceans, and a variety of aquatic plants.

Despite the high energy associated with the flood cycle and the apparent robustness of the region, the Pantanal is actually a relatively fragile ecosystem. The biological, geophysical, and chemical systems that comprise the Pantanal are highly dependent upon the functioning of certain critical habitats and, of course, upon the flood cycle. The critical habitats include the swamps which act as important filters, removing sediments and nutrients, to provide cleaner water to habitats downstream from them. The relationship of the headwater areas to the lowlands is often overlooked; the proper functioning of the Pantanal requires relatively clean, nutrient-poor water, unladen with sediments as its input. The headwaters of the Pantanal are not only outstandingly high biodiversity regions with much endemism, but they are even more fragile than the Pantanal lowlands. Deforestation, habitat conversion, and road construction in the upland areas have seriously impacted the headwater areas of many Pantanal rivers (e.g., the Rio Aquidauana). Riparian forest removal not only transports more silt to clog the upper Pantanal water channels, but also increases the nutrient and pollution runoff. The forested fringe areas of the headwater regions act as sponges, trapping runoff and large movements of sediments. Silty bottoms of headwater streams and rivers reduce the biodiversity of fishes, crustaceans and benthos that require sand, gravel and rocky substrates.

In the Pantanal, flora and fauna thrive in a complex hydrological system composed of rivers, corixos (small perennial water courses with permanent banks that link adjacent bays), vazantes (natural drainage channels which exist only during flooding times and do not have permanent banks), different types of ponds, swamps and others (Mourão, 1989; Freire de Aragão, 2000). During the rainy season, the rivers overflow and many of these water bodies coalesce into vast floodplains, creating extensive habitats for fish feeding and growth, and ensuring enormous biomass production (Willink et al., 2000). With about 1,700 floral species, the Pantanal is home to an amazing variety of plants which have dispersed all over South America and subsequently developed into populations larger than their parent populations (Pott and Pott, 1997). Although the highlands have been heavily deforested, they still support approximately 3,400 plant species, at least half of which have also been recorded in the wetland (PCBAP, 1997). The Pantanal wetland harbors an incredible diversity of wildlife including caiman, capybaras, peccaries, deer, tapir, puma, giant anteater, and birds such as the rhea, southern screamer, and hyacinth macaws (Mittermeier et al., 1997).

Threats facing the Pantanal are almost as varied as its biodiversity. The wetland itself acts as a filter for the waters that flow through it – but, like any filter, it can become clogged by excess runoff and sedimentation from the deforested highlands. Massive siltation already is evident along the Upper Rio Taquari and Upper Rio Negro as

natural habitats are being replaced or altered for ranching, farming (especially large soybean plantations along lower stretches of the Rio Taquari), and logging. Although legislation exists to protect the critical vegetation along river margins, these laws are not being enforced due to insufficient government resources. Lack of effective regulation of commercial and sports fishing along Pantanal rivers has become another threat. Some birds have even abandoned their young in the Lower Rio Negro, in part because of uncontrolled tourism (Willink et al., 2000).

Perhaps the largest and most immediate threat consists of current dredging, dyking, and leveeing plans along several stretches of the lower Pantanal, especially the Hidrovia Paraguai-Paraná project. The Hidrovia ("hidrovia" means waterway) is a project to make 3,400 km (2,100 miles) of the Rio Paraguai and Rio Paraná navigable to barges and large ships by dredging, straightening bends, digging new channels, and destroying rock outcroppings. The area affected would extend from Cáceres, Brasil on the Rio Paraguai downstream to the mouth of the Rio Paraná at the Atlantic Ocean. Many of the river modifications would be in the Pantanal (Switkes, 1996a,b,c). The intent is to facilitate the year-round transportation of materials, principally soybeans and iron ore. Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia, and Brasil are involved in the project (Moore, 1997; Heckman, 1998:497).

Due to pressure from environmentalists and the general public, the large-scale Hidrovia project was halted by the Brasilian government in early 1998. However, the project may still proceed in smaller stages, which could have even larger impacts on the Pantanal. Unintended environmental consequences could include draining and drying of large sections of the Pantanal wetlands, decreased flooding in the upper parts of the Rio Paraguai watershed, and increased flooding downstream (Switkes, 1996b, c, 1997). The possibility of salinization, contamination of drinking waters, and increased risk of oil spills due to increased river traffic exists. There is concern that the economic benefits may have been overestimated because of existing road traffic and potential competition with railroads (Switkes, 1996c, 1997; Moore, 1997; Heckman, 1998:497-498). Future decisions on whether the benefits of development projects, such as dredging, channelization and damming, should be weighed against the short and long term costs, and should be based on a clear understanding of the geology and biology of the region (Hamblin, 1992).

THE AQUARAP EXPEDITION

In order to develop a conservation strategy for the Pantanal, data on the biology, ecology and physical and chemical characteristics of the region are urgently needed. To obtain this information, the Aquatic Rapid Assessment Program (AquaRAP) of Conservation International (CI) and the Field Museum (FM) organized a three week rapid biological assessment of the headwaters and floodplain of the southern portion of the Pantanal wetlands, in the state of Mato Grosso do Sul, Brasil, from 24 August – 14 September 1998. The plans for the expedition were based on the preliminary results of the Workshop of Priority Areas for the Conservation of the Biodiversity of the Cerrado and the Pantanal, which took place in March 1998 with the support of the Biological Diversity National Program (PROBIO). The areas to be surveyed were discussed and decided upon during two meetings (held in 1998 in Campo Grande and Corumbá) with researchers from several local institutions, who pointed out the main gaps of information in the upper Rio Paraguai watershed, and also by an early reconnaissance trip carried out by AquaRAP and CI-Pantanal representatives.

The AquaRAP survey involved over 30 scientists from Brasil, Venezuela, Ecuador, Perú, and the United States who studied five different disciplines: fishes, aquatic and terrestrial plants, decapods (crustaceans), herpetofauna (amphibians and reptiles), and limnology (water quality, zooplankton and benthic invertebrates). The expedition would not have been possible without the collaboration between the Conservation International-Pantanal program and many Brasilian institutions including the CNPq, Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo, EMBRAPA, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, and the State Secretary of Environment of Mato Grosso do Sul.

The AquaRAP scientists were divided into two teams to survey the vast area during the three week expedition. The first team sampled the headwaters of the Taquari/Jauru/Coxim watershed, as well as the Aquidauana and Miranda watersheds. Deforestation, cattle ranching, and agriculture were believed to have had a larger impact on the headwaters than on the rivers in the lowlands. The second team sampled the Rio Negro watershed all along its length (upper, middle and lower parts), in an attempt to learn and characterize biotic communities of the different parts of the river (Maps 2, 3; Gazetteer). The Rio Negro is one of the best preserved rivers of the Pantanal, however, its headwaters have been suffering the same deterioration observed in the rest of the upper Paraguai basin.

The South American Aquatic Rapid Assessment Program (AquaRAP) is a multinational, multidisciplinary program devoted to identifying conservation priorities and sustainable management opportunities in freshwater ecosystems in Latin America. AquaRAP's mission is to assess the biological and conservation value of tropical freshwater ecosystems through rapid inventories, and to report the information quickly to local policy makers, conservationists, scientists and international funding agencies. AquaRAP is a collaborative program managed by Conservation International and The Field Museum. AquaRAP expeditions aim to survey representative sites of

entire watersheds in order to study the interrelation between habitat types and to cover all the potential microhabitats that aquatic organisms may use throughout their lifetimes. AquaRAP scientists collect data for multiple disciplines at each site, thereby providing the opportunity for integrated data analysis and comparisons among groups. Appendix 1 provides an overview of the AquaRAP sampling approach.

At the core of AquaRAP is an international steering committee composed of scientists and conservationists from seven countries (Bolivia, Brasil, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela, and the United States). The steering committee oversees the protocols for rapid assessment and the assignment of priority sites for rapid surveys. AquaRAP expeditions, which involve major collaboration with host country scientists, also promote international exchange of information and training opportunities. Information gathered in AquaRAP expeditions is disseminated through Conservation International's *RAP Bulletin of Biological Assessment* series designed for local decision-makers, politicians, leaders, and conservationists, who can set conservation priorities and guide action through funding in the region.

SUMMARY OF AQUARAP RESULTS

The results from the AquaRAP expedition exceeded the expectations of the researchers. Much of what was sampled was either a new record for the region or a new species to science. It was also observed that all the watercourses of Mato Grosso do Sul have been suffering some degree of siltation. If nothing is done to change the current situation, the rivers that drain the low plains through the Serra de Maracaju will end up with as much siltation as the Rio Taquari and its tributaries. Data collected for the Pantanal, particularly the Bonito and Bodoquena regions, will contribute greatly to the characterization of the biotic communities of the region's largely unexplored calcareous waters and to the identification of species not yet described. However, a rapid expedition is not a substitute for long term scientific studies. We strongly recommend that such programs be established by local institutions.

Here we summarize the results of the AquaRAP expedition to the Brasilian Pantanal with respect to water quality, botany, benthic invertebrates, crustaceans, fishes, amphibians and reptiles. Following the results, we recommend conservation actions and suggestions for further study in the region.

CHAPTER SUMMARIES

Water Quality

In the Upper Negro region, the waters sampled were clear, slightly acidic (pH 5.26-6.54), well oxygenated (64-95% saturated), and had an electrical conductivity ranging between 27.3-86.6 µS/cm (Appendix 2), which is high compared with the average of the Rio Paraguai (~ 50 µS/cm) (unpublished data). Although siltation is evident – a consequence of riparian and inland deforestation – no sign of human pollution was recorded. Microhabitat diversity ranged from low in the sandy bottom river stretches (Georeference Stations N02, N03) to high in stretches with rapids, pools, rock bed covered with mosses, and fine and ultrafine sand river bottom (N04). At the waterfalls (N05), we found primarily rock substrata covered with mosses and silt.

The running waters in the Middle Negro region ranged from clear to black waters, acidic to slightly acidic (pH 5.48-6.42), well oxygenated (66-102% saturation), and medium conductivity (28-57 µS/cm). However, the lentic environments are quite different, showing high pH (8.90-9.10) and extremely high conductivity, especially in the salina (220-7,130 µS/cm). Oxygen levels and temperature were similar to the running waters (Appendix 2). Georeference stations N07, N09, N15, N16, N18 were almost homogeneous with sandy bottom and slow current. Station N08 possessed a high diversity of habitats and microhabitats (e.g., sand and rock bottom, riffles and pools) and high diversity of aquatic macrophytes (e.g., *Eliocharis minima*, *Ludwigia inclinata*, *Cabomba furcata*, and *Bacopa microphiloides*). Station N19, the baía, is especially important as a nursery area for fishes and crustaceans and exhibited a higher diversity of habitats (e.g., aquatic macrophytes) than N20, a salina. However, the salina is an unique ecosystem with peculiar features and low biodiversity.

The waters in the Lower Negro region are generally black, acidic (pH 5.06-5.95), with oxygen levels ranging from subsaturated to nearly saturated (48.6-97.9% saturation), and conductivity ranging from medium to high (27.9-164.9 µS/cm) (Appendix 2). In general, the sampling stations had sandy beds, rapids and pools, and an intermediate diversity of aquatic macrophytes. Georeference station C27 possessed a considered amount of submerged aquatic macrophytes.

In the Taboco region, waters sampled were white to clear, slightly acidic (pH 5.48-6.59), well oxygenated (66.3-80 % saturation) and contained medium conductivity (23.4-33.2 µS/cm) (Appendix 2). Siltation is evident in all the stations and some contamination from cattle raising is expected in Vereda I (N12). Georeference station N10 is characterized by a main channel with a sandy bed and high turbidity, although there is an arm with abundant aquatic macrophytes (e.g., *Eichhornia azurea*) and a higher concentration of phytoplankton. Station N11 was located in the floodplains and showed a higher amount of course particulate organic matter and high water flow in the main channel. Benthic samples were also taken from a pool largely covered with *Eichhornia azurea*. N12 is an unique area in the sub-basin since it contains a vereda in a pasture. The waters are clear with a high diversity of habitats and microhabitats (e.g., moss covering rock bottom, sandy, alternating riffles and pools). N13 is a much more protected vereda with rapids and pools, a high diversity of aquatic macrophytes, and probably no contamination from cattle in the area.

Vegetation

Headwaters Region

At the 26 sampling sites visited during the AquaRAP expedition, 431 species or morphospecies of vascular plants were registered, most of them were recorded for the first time from the sites surveyed. Probably only three species are new records for the state of Mato Grosso do Sul. Of the 111 different families encountered, 49 of them occurred with a single species only. A total of 309 taxa were identified at the species level, 102 at genus level and 20 at family level. These data highlight the great diversity of the region's flora. However, many sampling sites were in a precarious condition, thus requiring a detailed floristic study and a recovery program.

The headwaters of the Rio Negro and Rio Taquari and the flooded riparian vegetation of the Rio Paraguai and Rio Miranda in the Pantanal present similar floristic elements. The riparian vegetation of the headwaters of the Rio Aquidauana and Rio Taquari are either severely degraded or absent. Nevertheless, different vegetation types which can be found indirectly associated with these two rivers, like the veredas (peculiar ecosystem characterized by clear water streams with abundant aquatic vegetation, typical buriti palms (*Mauritia*), sandy bottoms and adjacent flooded areas), seem to contain high floristic diversities. The headwaters of the Rio Miranda have diverse vegetation, making them distinctive from the other headwaters. This vegetation incorporates the floristic elements from several habitats, including the semideciduous forests of Paraguay and Argentina, deciduous forests typical of the limestone region of Mato Grosso do Sul, the Abobral region's capões (lower terrain occasionally with unflooded islands, with vegetation typical of either semideciduous or cerrado forest), and the cordilheiras (narrow and elongated sand hills up to two meters in height and covered by savanna vegetation) of the Nhecolândia region.

Extraction, agriculture and recreational activities are responsible for much of the deforestation occurring in the entire headwater region. No actions have been taken to reduce these impacts on vegetation. Along the stretches of the Upper Rio Negro, Rio Aquidauana and Rio Taquari, the main activity is intensive cattle farming, where nearly all of the productive land is transformed into pasture. The vegetation of the Upper Rio Miranda station is in better conservation status than the others, but it also may be threatened by mining exploitation, agricultural activities and unorganized ecotourism.

Rio Negro Region

Thirty sites along the Rio Negro and Rio Taboco were sampled. The Upper Rio Negro region has a typical 20 meter strip of evergreen gallery forest (mata ciliar) growing along the river, while plants more closely associated with cloud forests grow around permanent waterfalls. The distribution and conservation status of these plants – including Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae), and numerous ferns and mosses – should be studied.

Although the active rivers harbor very little aquatic vegetation, in the backwaters the aquatic plant species proliferate into huge mats dominated by any of a dozen different emergent species, and (in the deeper water) by the floating plant species. The backwaters of the floodplain of the Middle Rio Negro (excluding the vazantes and baías) with high-density stands of aquatic plants, are also of special importance as breeding grounds for the fishes and macrocrustaceans. With respect to woody plants, the Cambará – probably the most important timber species of the Pantanal, which also has medicinal properties – can be seen in abundance colonizing the flooded savanna terraces. However, its regeneration on the floodplain is very spotty. Most of the large Cambará individuals on the floodplain (based on several hundred trees checked) seem to be recently dead or very unhealthy, with many dead small branches. This is probably caused by a natural die-off which may be hastened by a large quantity of guano left by birds using the dead branches as roosts.

The formation of cordilheiras, baías, and salinas seems to be unique to the Nhecolândia region of the southern Pantanal, between the Rio Negro and the Rio Taquari to the north. No other area of the Pantanal – or of the world – has such topographic or ecological systems. The baías harbor great concentrations of aquatic plants, and are remarkable in the radical difference in aquatic vegetation from one baía to

the next. Physical and chemical factors clearly play a role, as evidenced by the dominance of *Paspalum vaginatum*, a plant of ocean beaches, on the sandy shores of the salinas. Aquatic plants were rare in the upper sites sampled, except for the few amphibious species on the tiny beaches, but they were common in the lowest sites, on narrow, backwater arms of the river, which were covered with floating mats (but no emergents). In contrast, both sites sampled on the Rio Negrinho – a backwater flooded pasture and a swamp – had extensive mats of floating and emergent aquatic plants.

Benthic Macroinvertebrates

Benthic macroinvertebrate communities were assessed at 15 localities. The zoobenthos, especially decapods, molluscs, oligochaetes, insect larvae which feed on algae and micro-organisms, serve as prey for birds, fishes, mammals and other vertebrates. Faunistic surveys of the Middle and Lower Rio Negro collected 70 taxa. Most of these taxa are still awaiting identification by museum and university specialists. The highest density of zoobenthos was observed at station N17, especially among the Ostracoda (27,440 individuals m^{-2}) and Nematoda (18,570 individuals m^{-2}). The lowest density was found in the salina (saline or brackish pond not subject to seasonal flooding) of station N20 (1,923 individuals m^{-2}). The low number is probably due to the extremely high conductivity (7,130 $\mu S\ cm^{-1}$).

Many species, including *Pristina synclites, Dero (A.) vagus,* and *Nais variabilis,* were observed in Brasil for the first time. Of special interest is that Prostigmata (true water mites) occurred in a variety of ecosystems (the salina habitat alone recorded no species). Ephemeroptera (mayfly) nymphs occurred in lentic or lotic environments, but their distribution depends on the season; *Caenis*, for example, occurred at many stations with a relatively high density. Composed of different taxonomic groups with diversified substrate, the benthic community is one of the least known and poorly studied of all aquatic communities. Those of the Rio Negro region are no exception, and more studies are needed.

Crustaceans

A preliminary survey of the Crustacean (Decapod) fauna was carried out at 59 sampling stations of four rivers draining the Pantanal of Mato Grosso do Sul. Thirty-four stations were sampled along the length of the Rio Negro, but only the upper portions of the Rio Taquari (eight stations), Rio Aquidauana (three stations) and Rio Miranda (14 stations) were sampled. The habitats sampled consisted of rivers, creeks, waterfalls/rapids, baías, brackish water bays, remansos (abandoned meanders formed by the lateral arm of a river, which may be linked to the main river by a passage or a channel) and swamp. The microhabitats studied included beach, bank, submersed leaf litter, aquatic vegetation, marginal vegetation, rocky substrate, and woody debris. The survey was strictly qualitative and performed both manually and by using seine nets, hand nets, and traps.

Overall, a total of 10 species were encountered, six of which were shrimps from the crustacean family Palaemonidae and four of which were crabs from the family Trichodactylidae. The shrimp *Macrobrachium amazonicum* was the most recurrent and abundant species collected. The first occurrence of the genus *Pseudopalaemon* in Pantanal was registered during this survey. The species *Macrobrachium jelskii* and *Palaemonetes ivonicus* were recorded in the Pantanal of Mato Grosso do Sul for the first time during this expedition. The habitats and microhabitats sampled indicated good conservation status, even though some areas exhibited some environmental impact, like deforestation, silting and forest fires.

Fishes

Fish were sampled from 77 localities in the Rio Negro, Upper Rio Taquari, Upper Rio Aquidauana, and Upper Rio Miranda drainages. A total of 193 fish species were collected. Of these fish species, 90 (47%) were Characiformes, 72 (37%) were Siluriformes, 15 (8%) were Perciformes, and 11 (6%) were Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 species, 1%), Beloniformes (1 species, 0.5%), Synbranchiformes (1 species, 0.5%), and Pleuronectiformes (1 species, 0.5%) were also represented. The family with the most species was Characidae (67 species, 35%), followed by Loricariidae (29 species, 15%) and Cichlidae (15 species, 8%). Of these 193 species, 36 (19%) are believed to be new to science. The specimens collected are believed to be a reasonable representation of the area's ichthyofauna, although additional species are likely to be found in the headwaters and large-bodied fishes were probably undersampled.

Endemicity was higher in the headwaters than in the floodplain, probably because of the relatively greater difficulty in dispersing from one headwater drainage to another. The parts of streams located above waterfalls are less productive and diversified than those below. Otherwise, two types of situations were noticed in the headwaters. 1) Relatively unmodified streams with a large number of ecological niches and a high biodiversity. Biodiversity and abundance were particularly high in the clear water limestone areas of the Rio Miranda drainage in Bonito and adjacent areas. 2) Streams heavily impacted by pollution, siltation, and/or deforestation. These streams had few microhabitats and were inhabited mainly by opportunistic species.

Biodiversity in the Negro drainage increases from the headwaters to the base of the drainage (66 in the Upper Negro to 113 in the Lower Negro, 26 in the Upper Taboco to 77 in the Middle Taboco). This increase in biodiversity is

correlated with increases in river size and habitat complexity, with habitat complexity correlated with the degree of seasonal flooding. Some taxa were collected throughout the drainage, whereas others were collected only in restricted areas. Many juvenile fishes were collected in the braços mortos, swamps, and baías, emphasizing the importance of these as nursery areas. Terrestrial input of nutrients from riparian vegetation and as a consequence of the seasonal flooding is believed to be critical to the aquatic food chains which support the Pantanal fishes. The majority of an individual's annual growth occurs during the period of high water. Seasonal floods also serve as a cue for many fishes to reproduce, and help to maintain the habitat complexity of the region by rejuvenating the swamps, braços mortos, and baías. These areas, now rich in nutrients, function as the nursery areas for fishes. Deforestation is a severe threat because it removes the vegetation from alongside the rivers, decreasing allochthonous (originating outside a designated system) input and increasing sedimentation. Disruption of the seasonal flooding (e.g., from local dredging or the Hidrovia Paraguai-Paraná) would be catastrophic to the fishes of the Pantanal.

Ecological and Geographical Structure in Assemblages of Fishes

The 193 species of freshwater fishes collected during the AquaRAP expedition to the Pantanal of Mato Grosso do Sul were analyzed to determine if any distributional patterns existed within the region collected. Within the Pantanal we grouped collections into nine subregions, seven macrohabitats and three water classes. The following null hypotheses were tested and rejected: i) that fishes are randomly distributed with respect to region; and ii) that fishes are randomly distributed with respect to macrohabitat. The results relative to classes of water were ambiguous. The results show that a strong headwater versus lowland regional effect such that there was a relatively sharp faunal turnover between them. The analysis of distributions with respect to macrohabitats reveals that headwaters macrohabitats and veredas shared many species in common and were distinct from the remaining macrohabitats found in the lowlands. Among lowland macrohabitats there are high similarities among all the macrohabitats that depend upon seasonal flooding (e.g., swamps, backwaters, baías). Fishes in the uplands were shown to have relatively narrow distributions, the majority being found in only one or two regions. Lowland fishes, on the other hand, are broadly distributed among regions and macrohabitats. Furthermore, it was determined that four macrohabitats are required to conserve 89% of the freshwater fish fauna: swamps, backwaters, headwater rivers and tributaries, and lowland rivers. The results coupled with environmental destruction in the Rio Taquari, Rio Aquidauana and Rio Miranda, argue for establishing the Rio Negro as a conservation corridor for the southern Pantanal and to protect headwater habitats within each of the drainages.

Reptiles and Amphibians

Information about the herpetofauna in parts of the southern Pantanal floodplains and in selected localities in the planalto (plateau region) surrounding the wetland was mostly obtained by randomly collecting specimens in the proximity of rivers and baías, or from visual records, registering frog calls and examination of materials collected by others in the region. Sampling was carried out in the headwater regions of three large rivers: Rio Aquidauana, Rio Taquari and Rio Miranda. In the Rio Negro watershed, work was performed in four regions: Upper Rio Negro, Middle Rio Negro, Lower Rio Negro and Rio Taboco. A total of 41 anuran species (frogs and toads) and 24 reptile species (one turtle, seven lizards, fifteen snakes and one caiman) were recorded. Most of these species are considered characteristic of open habitats. In comparison to the surrounding planalto, the flooded portion of the Pantanal is characterized by less habitat heterogeneity and more permanently available rivers and baías. This results in lower species richness, but higher productivity (especially for anurans) in the floodplains. The information obtained about the herpetofauna in the headwater regions indicates the need for additional surveys considering the numerous habitats available and the strong seasonal influences in the cerrado environment.

Biodiversity Patterns

The distributions of plants, decapod crustaceans, zoobenthos, fishes, amphibians and reptiles within the Pantanal were examined for congruence with respect to regions and macrohabitats. Differences in species richness between the upland and lowland regions were congruent among data sets. While the plants and herpetofauna are more species rich in the uplands, there are more species of fishes in the lowlands. Upland or headwater regions have plant, amphibian, reptile and fish species with relatively narrow distributions. Upland areas act as islands; each area is not a replica of another. The herpetological and fish data show largely congruent patterns of relationships among regions based upon a strong faunal turnover between the headwater and lowland areas. Furthermore, the fauna of the Rio Taboco is slightly different from that of the Rio Negro.

Macrohabitats that are seasonally inundated (i.e., backwaters, lagoons, swamps, baías) harbor more different assemblages of plants, zoobenthos, decapod crustaceans and fishes than do high-current riverine habitats. These inundated macrohabitats are also the most diverse macrohabitats in the lowlands. The zoobenthos and fishes are more species rich and abundant when flooded vegetation or riparian forests are present.

These comparisons argue that it is critical to set aside core areas within each of the headwater regions. Core areas must be established in both upland and lowland portions of the Pantanal. It is critical to include sufficient acreage in core conservation areas to maintain each of the macrohabitats. The Rio Negro still has large tracts of intact riparian forest and many areas with flooded vegetation. The most efficient strategy will be to establish a conservation corridor within the basin of the Rio Negro.

RECOMMENDED CONSERVATION AND RESEARCH ACTIVITIES

Regional

- Curtail activities that affect flooding duration and intensity including, but not limited to, dredging, channelization, and the Hidrovia Paraguai-Paraná project. These activities adversely affect fish breeding and juvenile growth, the disruption of which would also affect reptile and bird life cycles, and would collapse the commercial and recreational fishing industry.

- Species are nonrandomly distributed with respect to regions, and there is a strong faunal turnover between the headwaters and the lowlands. In the headwaters, species are not broadly distributed, with each region acting as an island. It is critical to preserve habitat in headwater areas in each of the four river basins. In the lowlands, species are broadly distributed. Migratory species use large portions of the river basins, hence it is critical to establish an aquatic corridor extending through the lowlands and into the headwaters. The Rio Negro is an excellent candidate for such a corridor because it has suffered less environmental damage than other nearby regions.

- Preserve areas in the headwater regions that are still pristine. Discontinue deforestation and implement reforestation program along river margins. The use of native species in the reforestation programs is encouraged. The current logging authorizations, if not suspended, should be granted based on the size of the forest remnants in the particular region, instead of conceding authorization according to the size of the properties.

- A program aimed at monitoring the siltation process taking place in the region is an important step in analyzing the efficiency of the recovery process of the forests.

- The commitment of the local ranchers and communities is essential to the conservation of the Pantanal. All future plans should be made with the participation of the local communities, the government, and representatives of all local groups.

Ecotourism

- On the interface of environmental anthropogenic activities, tourism has arisen as a possible ally to conservation. The AquaRAP data generated for the Bonito region and on the Serra da Bodoquena should be used in favor of the creation of a protected area (The National Park of the Serra da Bodoquena).

- Upper Rio Negro: Utilize scenic waterfalls and rapids of the headwater region for tourism in a regulated, organized manner. This includes outreach to local tourism operators and communities. A program should be developed to guide and control ecological tourism in the region (especially at the Rio do Peixe falls at Buraco das Araras and Cachoeira do Kubota). Monitoring of riparian vegetation according to local legislation, should be intensified and encouragement should be given to campaigns that promote environmental education, raising local people's awareness on the importance of headwater regions.

- Middle/Lower Rio Negro: Current ecotourism activities need to be regulated in order not to damage the environment. Other concerns include: education about trash disposal, pollution control, and good fishing practices (especially the legally mandated, but not widely followed, catch and release method). Because recreational fishing has become popular, tourists' need for live bait, including the crab *Dilocarcinus pagei* and various fishes (e.g., *Gymnotus* sp.), has initiated small-scale economic activity. In addition, caiman, capybara, and feral pigs could be raised as alternative food sources. Cooperatives for aquarium fish species extraction from lakes in Middle/Lower Rio Negro could be established.

Create Protected Areas

- Special attention should be given to the Buritizais (one of the types of flooded habitats dominated by the palm *Mauritia*) to preserve its unique faunal make-up and its importance as a source of clean water.

- The highest species richness is found in the inundated habitats, principally swamps and backwaters. Core areas must be set aside with sufficient area to support the diversity of inundated macrohabitats.

- The great flooded area of the Brejo do Santa Sofia (Middle Rio Negro region) offers highly favorable conditions for the productivity and diversity of aquatic fauna, due to the large quantity of aquatic vegetation and remansos (abandoned meanders). Local land owners should be targeted in an outreach program and a conservation unit should be established.

- Public and/or private conservation units must be representative of the many macrohabitats of the Pantanal, including swamps, backwaters, headwater rivers and tributaries, and lowland rivers, in order to guarantee genetic diversity and consequently population viability. The most pragmatic example to date was the decree that creates the Taquari Headwaters State Park (Parque Nacional das Nascentes do Taquari – PENTA) which, due to its proximity to Emas National Park, will increase the importance of the latter as a major conservation mechanism of the Cerrado and the Brasilian Shield. This report contains the first technical information about aquatic resources neighboring the PENTA.

- The results from this AquaRAP survey support the creation of a conservation corridor along the Rio Negro as a means of protecting the wide variety of macrohabitats and species diversity of the Pantanal (see Introduction pages 29-30) for more on the Pantanal Corridor Strategy).

- Core conservation areas should be established in several of the headwater regions, including both the Rio Taboco and Rio Negro, as the flora and fauna are distinctive.

Scientific Studies

- The peculiar geomorphology and hydrology of the Serra da Bodoquena/Upper Rio Miranda region contains a large number of caves and rivers of distinct chemical composition from the rest of the region. Therefore more studies are recommended for this and the Upper Taquari region.

- Additional life history studies of migratory species (e.g., *Brycon microlepis, Salminus maxillosus,* and *Prochilodus lineatus*) are strongly recommended, with consideration given to the entire drainage system (often international), as well as the possibility of commercial and recreational activities.

- Very little is known about the herpetofauna of the headwaters and surrounding region. It is recommended that some additional sampling take place, especially during the rainy season.

- The distribution and conservation status of the plants more typical of cloud forest species growing around permanent waterfalls – including Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae), and numerous ferns and mosses – should be studied.

- Study of the hillside and gallery forests in much of the headwater regions which were not included in this study and are virtually unknown to science is recommended.

LITERATURE CITED

Freire de Aragão, M., ed. 4 Feb. 2000. Pantanal - the water continent. http://www.alanet.com.br/ms/pantanal/welcome.html

Hamblin, W.K. 1992. Earth's dynamic systems: a textbook in physical geology. 6th edition. Macmillan Publishing Company, New York.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

Mittermeier, R.A., G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands, and C.G. Mittermeier. 1997. Brasil. *In* Megadiversity. CEMEX. 501 pp.

Moore, D. 1997. Hidrovia studies called profoundly flawed. World Rivers Review 12:3 pp.

Mourão, G.M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina") do Pantanal da Nhecolândia, MS. Masters thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 135 pp.

Pott, A. and V.J. Pott. 1997. Plants of the Pantanal. EMBRAPA, Brasília. 320 pp.

PCBAP. 1997. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Ministério Do Meio Ambiente, Dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília. 49 pp.

Switkes, G. 1996a. Belated public access to Hidrovia studies allowed. World Rivers Review 10:1 pp.

Switkes, G. 1996b. Design chosen for first phase of Hidrovia. World Rivers Review 11:1 pp.

Switkes, G. 1996c. Hidrovia plans propose heavy engineering for world's largest wetlands. World Rivers Review 11:2 pp.

Switkes, G. 1997. Hydrologists condemn Hidrovia environmental studies. World Rivers Review 12:1 pp.

Willink, P.W., O. Froehlich, A. Machado-Allison, N. Menezes, O. Oyakawa, A. Catella, B. Chernoff, F.C.T. Lima, M. Toledo-Piza, H. Ortega, A.M. Zanata, and R. Barriga. 2000. Fishes of the rios Negro, Negrinho, Taboco, Aquidauana, Taquari and Miranda, Pantanal, Brasil: diversity, distribution, critical habitats, and value. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 63-81. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault and R. Lourival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington D.C.

CHAPTER 1

INTRODUCTION TO THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Reinaldo Lourival, Mônica Harris and Jensen R. Montambault

The Pantanal is a major wetland situated in the heart of South America, between parallels 15 and 22 south and meridians 55 and 58 west, and in the basin of the Rio Paraguai. At 365,000 km^2, the Pantanal is larger than Great Britain. Some 80% of its territory falls within Brasilian borders, the remainder distributed between Bolivia and Paraguay (Map 1). With an area ten times larger than its "sister wetland", the Okavango Delta in Botswana, the Pantanal is composed of a highland belt surrounding a 140,000 km^2 central floodplain. The Pantanal ecosystem can be divided into at least 10 different subregions, each with its own physiognomy resulting from the unique interaction of edaphic, hydrological and biogeographical factors.
The Pantanal is home to at least 3,500 species of plants, 264 fishes, 652 birds, 102 mammals, 177 reptiles, and 40 amphibians. Levels of endemism are not as pronounced as in the neighboring Cerrado. The Pantanal fauna is mostly derived from the Cerrado, with Amazonian influences. Even so, there are indications that many freshwater species of the Pantanal remain undescribed.

One of the most impressive aspects of the Pantanal is the extremely high densities of wild populations of several large vertebrate species, unsurpassed anywhere on the continent. For instance, inventories conducted by Conservation International (CI) revealed average densities of up to 4.3 caiman, 1.8 capybara and 0.3 marsh deer per km^2. This provides an enormous potential for ecotourism and wildlife management. Moreover, demographically healthy populations of many endangered species (e.g., the giant river otter (*Pteromura brasiliensis*), jaguar (*Panthera onca palustris*), and hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*)) still thrive in the Pantanal. Finally, the region plays an important role as the spawning ground for many important commercial species of freshwater fishes. These characteristics were responsible for the inclusion of the Pantanal as a National Heritage Site in the 1998 Brasilian Constitution, and for the area's inclusion in the RAMSAR Convention on Wetlands of International Importance.

The threats to the Pantanal and the adjacent Cerrado biomes are intertwined and multifaceted. The Cerrado in particular has faced development pressures since the 1970's, when new agricultural advances transformed this once agriculturally marginal region into an ideal place for soybean production, one of Brasil's principal exports. There is a growing concern that cash crops may be associated with negative consequences such as habitat loss, erosion, and siltation.

Surprisingly, up to this point very few conservation efforts have been targeted at this biome. The plight of the Cerrado has received little attention from other organizations and institutions in Brasil. Until recently, the World Bank and the Brasilian government viewed this as the country's primary agricultural frontier. Therefore, it is not surprising that this hotspot is less well represented in Brasil's protected area network than the Amazon and the Atlantic Forest, even though it is probably disappearing more rapidly than the Amazon. Only about 1.4% of the Cerrado is protected by parks and reserves. This percentage is even lower for the Pantanal, particularly along the central floodplains. Finally, these areas are among the least homogeneously surveyed biomes in Brasil and, as recently as 1998, still lacked a clearly defined region-wide biodiversity conservation strategy.

The high plains of the Cerrado surrounding the Pantanal floodplain, from which the rivers originate, not only mold the physiognomy of the landscape of the low plains but also determine the manner by which they are occupied by people. Hence, some areas are impacted more heavily by human activities than others. The upper Paraguai basin, within which the Pantanal is located, can be divided into the following categories of land use:

- Agricultural areas within the Rio Taquari and Rio Coxim watersheds. These predominantly sandy areas are easily eroded and have been creating immense siltation problems in the middle and lower portions of the Rio Taquari. This silting problem started during the expansion of agricultural monocultures, mainly soybeans and, more recently, cotton, sunflower seeds, corn and rice.

- Areas amenable to tourism. Unlike the tourism which has degraded several waterways and had a negative effect on the Pantanal fish stocks, there appears to be a recovery trend in the Rio Miranda region where tourist activities have capitalized on headwaters and gallery forests. This has been observed in some parts of the Serra da Bodoquena, more precisely in the towns of Bonito, Jardim, Bodoquena, and Porto Murtinho (Rio Apa watershed).

- Areas with no specific usage. Some areas of the Rio Negro and of the Rio Miranda watersheds, mainly due to their inaccessibility, have not experienced a great deal of anthropogenic development. Therefore, such areas are still in a relatively good conservation status and could be incorporated into conservation programs.

From a biological point of view, there are distinctive biogeographical influences in the Pantanal. Around 70% to 80% of the sub-basins of Mato Grosso do Sul are located in Cerrado and contain characteristic vegetative formations (Cerradão, Campo Sujo, Campo Limpo and others). However, the Pantanal is also influenced by southern and western ecosystems like the Chaco, the dry forests of Bolivia and the Atlantic Forest.

The Pantanal wetlands are in the Rio Paraguai watershed. The biodiversity encountered here is mainly due to the flooding regime which keeps extensive areas underwater for periods of time between six months to an entire year. Many vertebrate species from drier habitats invade the low plains during favorable periods to search for the abundance of food deposited/created by the floods. Migratory animals enter the Pantanal wetlands during the flooding season in order to reproduce and/or seek shelter. The flood cycle determines the availability of dry or flooded areas, which in turn influences the seasonal distribution of different species. In this "up and down" of water levels, generalist species are favored over specialized species. This may explain the low numbers of endemic groups in general and indicates the possibility of a large amount of endemism associated with the only stable habitat of the low plains, the water (Brown, 1984).

The poor knowledge of the aquatic diversity of the Pantanal, and the relative conservation status of many of its watercourses alone, justifies the need for more comprehensive and long term assessments. The Rio Negro watershed, located in the southern portion of the Pantanal, is one of the most intact subregions. Even though it has been poorly studied, the Rio Negro presents an ideal opportunity for an integrated conservation plan by allowing for sustainable utilization of the area while at the same time protecting this unique ecosystem.

Protecting the Pantanal with Biodiversity Corridors

Participants of the March 1998 Workshop of Priority Areas for the Conservation of the Biodiversity of the Cerrado and the Pantanal determined that a plan for protecting the interrelationship between the high and low plains should be developed for the region. Potential ecological corridors linking the Cerrado and Pantanal were proposed and mapped. Researchers identified at least four important areas within the Pantanal for conservation (Map 1). Taking into consideration the data collected and the field observations, Conservation International has incorporated a fifth area located on the outskirts of the Serra de Maracaju. This area surrounds the eastern portion of the plain and plays a fundamental role in the colonizing process of the floodplain. The corridors in the region include the North/South corridor, the Central corridor, the East/West corridor on the West side, and the East side corridor. This initial corridor design attempts to address the need for an extensive protected area, and, in addition to the underlying biological analysis, is based on the economic and social structure of the region. The rationale behind the delineation of the proposed Cerrado/Pantanal biodiversity corridor include:

- Identification of priority areas based on species richness and representation of different ecological communities and species assemblages.

- The connectivity of Cerrado highlands and watersheds with the floodplains of the Pantanal.

The biodiversity corridor strategy, which is oriented around waterways, reestablishes the importance of permanent conservation areas and legal reserves. This strategy places the government again in the roles of planners and coordinators of land usage politics, as well as redefining the farmer's role as users and co-responsible for the conservation of natural resources. The creation and implementation of protected areas along the corridors is another essential factor for the maintenance of biological diversity.

The corridor design has benefited from a series of diagnostic studies and action plans, including the Conservation Plan for the High Paraguai River Basin (PCBAP), the Agrarian Development Program (PRODEAGRO) for the state of Mato Grosso, and the results of CI's AquaRAP expedition to the Pantanal in August-September of 1998,

which provided detailed information on the biodiversity of the largely unknown headwaters of this region.
The corridor design, as it presently stands, carries the official stamp of state and federal governments. Recent steps toward decentralization of federal mandates over protected areas to the state level (and even to the private sector, including non-governmental organizations (NGOs)) opens several important opportunities for the implementation of the biodiversity corridors approach. Data collected during this AquaRAP expedition will continue to contribute significantly to the design of the the Pantanal-Cerrado Biodiversity Corridor.

Conservation International has taken the lead in developing the corridor approach in the Pantanal/Cerrado region. CI has been present in the Pantanal since 1991, initially with a strategy of helping land owners establish private reserves (known locally as RPPNs), training ecotourism professionals, and establishing conservation priorities. The three private reserves created with help from CI are: Fazendinha (9,600 hectares), Santa Sofia (8,000 hectares) and Rio Negro, (7,650 hectares). These conservation units, in addition to the newly decreed State Park of the Rio Negro, amount to 100,000 hectares of legally protected territory in the most pristine portion of the Pantanal, that is also within the corridor region. The State Park of the Rio Negro is the first decreed park ever in the state of Mato Grosso do Sul - a success largely supported by matching funds from CI's Tropical Wilderness Fund. The State Secretary for the Environment, in partnership with CI, will implement and mange this 78,300 hectare park. A neighboring area is currently in an advanced stage of becoming yet another private reserve. CI, in partnership with The Nature Conservancy (funded by USAID) has compiled a database gathering information about approximately 60 institutions working in the Pantanal.

In the Cerrado, CI has been active since 1995 in this biome's largest protected area, the Emas National Park. The Cumeeira project, a partnership of CI with the Emas Foundation and others, has been ongoing since 1994 and aims to control erosive processes, which are responsible for the siltation and agrochemical contamination of springs and water course, and is also responsible for the reforestation of gallery forests. Additionally, CI was instrumental in a much broader project to analyze the potential threat represented by the Hidrovia project.

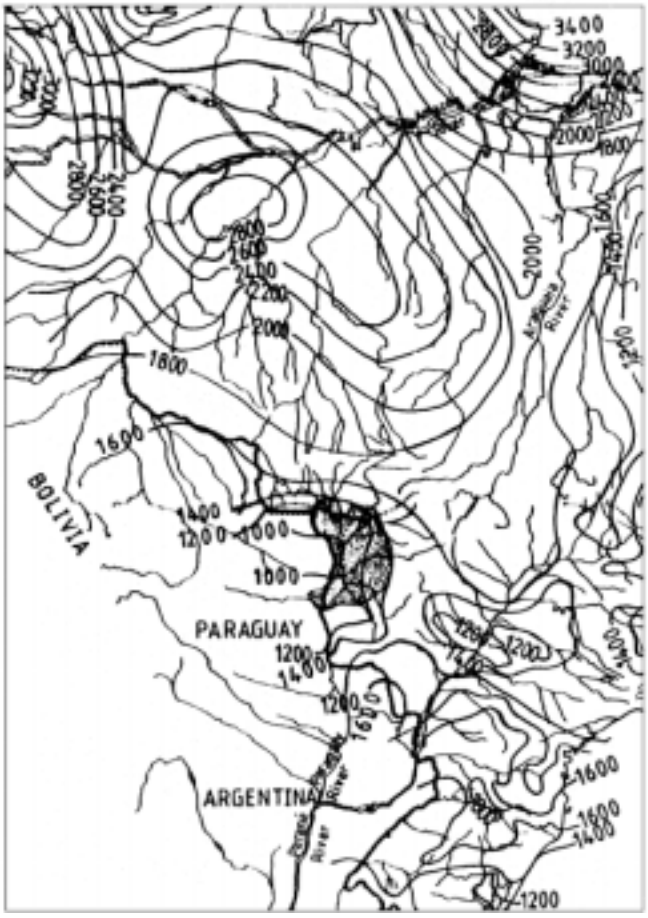


Figure 1.1. Rainfall, in millimeters per year, over central Brasil and parts of Paraguay and Bolivia. Darkened area is the Pantanal. Reproduced from Heckman (1998: Figure 4.4) with permission of Kluwer Academic Publishers.

Table 1.1. Geomorphological formation of the Pantanal floodplain (Ross and Santos, 1982).

Geologic Time	Processes	Events
Precambrian	- Consolidation of the Brasilian Shield by forming an orogenic belt along the border of the Amazon basin; - Sedimentary covering of the Amazon basin, intrusions and volcanic eruptions (today, residual).	- Serrana Provence and Serra da Bodoquena; - Santa Bárbara Mountains, Urucum, Amolar, and Rio Branco among others.
Devonian/Cretaceous	- Phases of erosion alternating with engraved deposits, flooding and exhuming the surface in precretaceous erosion.	- Leveled surfaces of the tip of Serrana Provence and erosion of the surfaces of the upper Paraguai, Cuibana, Miranda, Apa, and Planalto Arruda-Mutum.
Cretaceous	- General overlay at the end of the sedimentation represented for the Bauru and Parecis Groups, respectively in the Paraná Sedimentation basin and Parecis Sedimentation basin.	- Plateaus left on the fringes of the basins formed the following plates: Parecis, Guimarães, Emas, Correntes, Coxim, São Gabriel, and Campo Grande.
Cenozoic	- Generalized process lifting the South American plate causing the bend of the Andes Corridor. - Continuation of the lifting process progressively placing the old lower sedimentary structures in altimetric levels, elevated higher each time, encouraging block faults and drops. Simultaneous unleashing erosive processes which sculpt the earth, elevated by epeirogeny. Further degraded areas considered to be the sedimentary basin and older (crystaline) structures.	- Interruption of the sediment deposits in the sedimentary basins. - The epeirogeny-erosion process resulted in the opening of the Cuibana Depression, Upper Paraguai, Miranda, Apa, Jauru and left the plateaus and mountains as remains, such as the Serrana Provence, Bodoquena, Urucum, Santa Bárbara, Parecis, Guimarães, Itiquira, Maracaju, and Campo Grande.
Cenozoic (Late Tertiary/Quaternary)	- Continuation of the erosive processes promoted by alternating semi-arid and humid climates with degradation continuing to form depressions and leaving predominantly sandy sediment deposits which preceded the sedimentary basins (Parecis and Paraná), the most degraded terrain forming the floodplains of Mato Grosso's Pantanal.	- Formation of the Pantanal floodplain by way of alluvial fans and lake and river environments.

Climate and Rainfall

The Pantanal region has what Koppen's climate classification considers a Savanna Climate (Koppen, 1931). It is warm and rainy in the summer months of December through February when the temperature averages around 32°C (90°F). It is much colder and drier in the winter months, with a mean temperature around 21°C (70°F). Occasional frosts can occur in July and August (Freire de Aragão, 2000). This winter cooling is caused by air currents which originate in the southern part of South America.

The highlands surrounding the floodplain receive approximately 1500 millimeters of rain a year which is largely responsible for the heavy sedimentation of the Pantanal, especially when these highland areas have been deforested. The average annual rainfall in the floodplain is usually between 1000 and 1400 millimeters (about 40 to 55 inches) (Fig. 1.1). More so than the highlands, rainfall in the wetlands varies during the year, causing a regular cycle of drought and flood which is integral to the Pantanal's unique environment (PCBAP, 1997a). Annual flooding allows some backwater habitats to mix regularly, while some microhabitats remain isolated for up to 50 or 100 years and develop distinctive characteristics before a large flood mixes them with the rest of the environment (Fig. 1.2). Deforestation in the headwaters regions has caused a significant increase in sedimentation over the last few decades, resulting in decreased soil and pasture productivity and increased flooding frequency and levels.

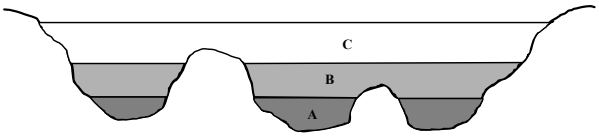


Figure 1.2. Seasonal flooding in the Pantanal wetland. The Pantanal ecosystem depends on cycles of flooding to rejuvenate isolated backwater habitat. This diagram is a cross section of three conduits in the Pantanal which in the dry season (represented by level A) are completely separate. During the regular annual flood cycle (level B), some of these areas form one great flood plain in which nutrients flow into the habitats, and population dispersal is permitted for species which breed in the dry season backwaters. Some areas remain isolated from others until a greater flood event (level C) which allows unique and diverse microhabitats to develop. *Diagram by N. Carroll and J. Montambault*

Geology

The Pantanal's unique interconnected flood zones and microhabitats owe much to the geology of the region. The headwater regions of the rivers that drain towards the Pantanal plain possess very distinctive characteristics, one of the most interesting of which is the underlying soil types, from which these rivers receive a high sediment load. The vast majority of the soil is poor, made up of sand with some deposits of rich clay and limestone. The geology of the region is described in a survey by the Brasilian government as "representative units of the lythostratic evolution that occurred since the archean up to holocenic alluvium. The oldest, called Xingu Complex and the Rio Apa Complex, represent the so-called Brasilian Crystalline Complex" (PCBAP, 1997).

Because the wetlands have a 6 to 12 centimeters/ kilometer land declivity east-west and 1 to 2 centimeters/ kilometer north-south, flooding readily occurs (Freire de Aragão, 2000). The soils of the floodplain are loose sediments dating back to the quaternary period which are mainly sandy with some areas of clay and organic matter (See Table 1.1 for more detail). Soil types include: alfisols, entisols, mollisos, vertisols, and concretionary soils.

Socio-Economic Characteristics (from PCBAP, 1997a)

Infrastructure

A network of largely paved, but poorly maintained, roads connects urban centers. Still, many of the peripheral communities can be accessed only by trails which are impassible for long periods during the year. The 10th Northeast Division of the national railroad (Rede Ferroviária Federal – RFFSA) crosses the 460 km between Campo Grande and Corumbá, but the most effective route is along the Rio Paraguai and its tributaries. Corumbá and Ladarío are the most important ports. Corumbá has 23.9% of the urban, and 19% of the total population of Mato Grosso do Sul. It is an export center servicing Bolivia and the Andes regions.

Although health care increased 60% during the 1980's and 1990's, health problems persist in the form of high degrees of leprosy and tuberculosis, as well as Chagas and Leishman's diseases. Waste, both solid and in the form of sewage, presents a significant problem throughout the area, and especially threatens the region's water quality. Nearly all municipalities (93%) use open air dumps, and only 13% have sewer systems. Water supply is relatively consistent, with 80% of households receiving adequate amounts. Attendance and quality of education continues to improve in urban areas, but rural education systems are inadequate. Problems include schools with poor accessibility and high drop out rates. Illiteracy is more common among the region's youth than in its older population.

Economics

As of 1993, only 2% of Mato Grosso do Sul was agricultural. This production is concentrated in the highlands, although some rice (5,841 hectares) is grown in the Pantanal. Soybean has been rising steadily (374,164 hectares in 1993), and additional products include coffee, palm hearts, and pequi (*Caryocar brasiliense*, a tree from the family Cariocaraceas typical of the cerrado and heavily used for its wood and fruits). By far, the largest agricultural industry is cattle ranching, which has been in the area for centuries. The lower region of Mato Grosso do Sul holds approximately 9.8 million head of cattle (1993), or nearly 45% of the statewide total. It is second only to Minas Gerais for cattle production in Brasil.

The region of Mato Grosso do Sul has seen an upward swing in its economy, although there are still some concerns in regards to child labor, safety, and health issues in the charcoal and ceramics factories. Tourism has proved to be a lucrative industry. Except between November 1 and January 31 when fishing is forbidden during the spawning season, sports fishing is very popular, peaking in July through October. Cultural tourism in and around Corumbá, Bonito, Paraná, Santa Catarina, and Rio de Janeiro peaks from July to mid-August. The Rio Verde de Mato Grosso is very popular for weekends and short holidays. These visitors have influenced local craftsmanship, as artisans tend to cater to the tourist audience. The religious meanings of festivals have weakened and been commercialized due to tourists unfamiliar with their traditional significance.

Indigenous Populations

The Guarani-Kaiowá, Guato, Kadiwéu, and Terena are the area's main indigenous groups and they possess a combined total of 590,141 hectares of land in the region. The populations of these groups are very low: between 500 (the Guarani-Kaiowá) and 14,000 (the largest Terena group) were recorded in 1995. Some groups (e.g., the Kadiwéu) earn a living by leasing their land. Many also farm rice, beans, corn, cassava, and cotton, or have relocated to urban areas.

LITERATURE CITED

Brown, Jr., K.S. 1984. Zoogeografia da região do Pantanal Mato-Grossense. In: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal. 1.1984., Corumbá. Anais. Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p-137-178. (Embrapa-CPAP. Documentos, 5).

Freire de Aragão, M., ed. 4 Feb. 2000. Pantanal - the water continent. http://www.alanet.com.br/ms/pantanal/welcome.html

Koppen, W. 1931. Grundriss der Klimakunde. De Gruyter, Berlin. XII, 388 pp.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

PCBAP. 1997a. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal) - PCBAP/Pantanal Project, National Environmental Program, Volume II, Tomo II. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília. 394 pp.

PCBAP. 1997b. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Ministério Do Meio Ambiente, Dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília. 49 pp.

Ross, J.L.S. and L.M. Santos. 1982. Geomorfologia da Fohla SD.21 – Cuiabá. *In* Projeto RADAMBRASIL: leventamos de recursos naturais. Rio de Janeiro.V. 26.

CHAPTER 2

A FLORISTIC SURVEY OF THE RIO NEGRO, RIO AQUIDAUANA AND RIO MIRANDA WATERSHEDS (HEADWATERS) OF THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima and Ubirazilda Maria Rezende

SUMMARY STATISTICS

- Number of plant species: 431 species in 111 different families (309 taxa identified at species level, 102 at genus level and 20 at family level).
- Number of new plant species: Unknown
- Number of new records for the area: Most of the plant species recorded are new for the area, considering that the AquaRAP expedition was the first sampling exercise in most of the visited area. However, for the state of Mato Grosso do Sul, there are probably only three new records.

ABSTRACT

At the 26 sampling sites visited during the AquaRAP expedition, 431 species or morphospecies of vascular plants were registered, most of them were recorded for the first time from the sites surveyed. Probably only three species are new records for the state of Mato Grosso do Sul. Of the 111 different families encountered, 49 of them occur with a single species. A total of 309 taxa were identified at species level, 102 at genus level and 20 at family level. These data highlight the great diversity of the region's flora. However, many sampling sites were in a precarious condition, thus requiring a detailed floristic study and a recovery program. The headwaters of the Rio Negro and Rio Taquari and the flooded riparian vegetation of the Rio Paraguai and Rio Miranda in the Pantanal present similar floristic elements.

The riparian vegetation of the headwaters of the Rio Aquidauana and Rio Taquari are either severely degraded or absent. Nevertheless, different vegetation types which can be found indirectly associated with these two rivers, like the veredas (peculiar ecosystem characterized by clear water streams with abundant aquatic vegetation, typical buriti palms (*Mauritia*), sandy bottoms and adjacent flooded areas), seem to contain high floristic diversities. The headwaters of the Rio Miranda have diverse vegetation, making them distinctive from the other headwaters. This vegetation incorporates the floristic elements from several habitats, including the semideciduous forests of Paraguay and Argentina, deciduous forests typical of the limestone region of Mato Grosso do Sul, the Abobral region's capões (lower terrain occasionally with unflooded islands, with vegetation typical of low, either semideciduous or cerrado forest) and the cordilheiras (narrow and elongated sand hills up to two meters in height and covered by savanna vegetation) of the Nhecolândia region.

Extraction, agriculture and recreational activities are responsible for much of the deforestation occurring in the entire headwater region. No actions have been taken to reduce these impacts on vegetation. Along the stretches of the Upper Rio Negro, Rio Aquidauana and Rio Taquari, the main activity is intensive cattle farming, where nearly all of the productive land is transformed into pasture. The vegetation of the Upper Rio Miranda station is in better conservation status than the others, but it also may be threatened by mining exploitation, agricultural activities and unorganized ecotourism.

INTRODUCTION

The floristic composition of the vegetation found along the rivers of the upper Paraguai watershed, where the Pantanal is located, is poorly known. The first botanist, Ludwig Riedel, sampled the region between 1825 and 1829, while accompanying the Baron Langsdorff expedition. Later, other botanists visited the area such as Weddel in 1845, Spencer

Moore in 1891 who sampled and described approximately 8 genera and 212 new species, Kuntze in 1892, Lindman and Malme in 1893, Rudolf Endlich between 1896 and 1898, Robert Pilger in 1898, and Júlio César Diogo between 1908 and 1909 (Hoehne, 1923). In the middle of the 20th century the Hoehne (1923) and Veloso (1947) studies, characterizing the phytophysiognomy and the riparian vegetation of Mato Grosso were the main references on the subject. Recently other authors have been working on several vegetation types, especially in the Pantanal's floodplain. These include Prance and Schaller (1982), Conceição and Paula (1986), Ratter et al. (1988), Cunha (1990), Guarim-Neto (1991), Guarim-Neto (1992), Pott and Pott (1994), Guarim-Neto et al. (1996), Damasceno Júnior (1997), Pott and Pott (1997), and Damasceno Júnior et al. (1999).

There are only two checklists for riparian and other species for the state of Mato Grosso do Sul. These are: PCBAP (1997) which contains a checklist of the upper Paraguai basin vegetation, and Dubs (1998) who wrote an extensive list of the angiosperms of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul found at the herbaria of Zurich, Stockholm, Curitiba, and partially at Kew and Edinburgh. Apart from the studies carried out in the upper Paraguai basin, others have been done at the Rio Paraná basin, which drains large portions of Mato Grosso do Sul state. These studies include: Assis (1991) at the gallery forest of the Rio Ivinhema, Previdello et al. (1996) at the gallery forests of the Rio Paraná, Dias (1999) at the Córrego Guariroba basin and Souza-Stevaux and Cislinsk (in press) on the riverine areas of the Rio Paraná.

There are few studies of the headwaters of the Pantanal rivers – most of them conducted in Mato Grosso, such as Oliveira Filho (1989) on gallery forests of Chapada dos Guimarães; Monteiro and Silva (1995) on the gallery forests of Rio Bento Gomes. In addition, Soares and Monteiro (1995) and Matsunaga and Monteiro (1995), both studied gallery forests of the Rio Cuiabá; and Salis et al. (1999) who carried out phytosociological studies of several plant communities of the upper Paraguai basin, including an area on the banks of the Rio Jorigue. The present work, which covers the headwaters of the Rio Negro, Rio Aquidauana, Rio Taquari and Rio Miranda basins, provides the first data of the flora of the springs of the main tributaries of these rivers in this region.

METHODS

The findings and botanical samplings were based on 26 sites along the headwaters of the Rio Negro (4 sites), Rio Aquidauana (3 sites), Rio Taquari (8 sites) and Rio Miranda (11 sites) (see Map 1), carried out from 24 August to 8 September 1998 for a total of 15 days of sampling. All the sites sampled were associated with watercourses, ranging from gallery forests, wet grasslands, veredas, aquatic vegetation, and some areas disturbed by human impacts. Most of the specimens collected were fertile during the expedition. The sterile specimens collected were identified in the field, and samples were taken only when identification was not possible. At each site the dominant species at each stratum was recorded, and a more detailed list was obtained when possible.

The material collected was dehydrated and stored at the following herbaria: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus of Corumbá (COR), Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal - EMBRAPA (CPAP), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus of Campo Grande (CGMS) and Herbarium of the Universidade Federal de Uberlândia (HUFU). Some duplicates were donated to the Instituto de Botânica de São Paulo (SP) and Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (SPF) herbaria. All recipients are in Brasil. The identifications were based on available literature, comparisons to specimens of the above mentioned herbaria, and by sending duplicates to specialists.

Sampling was carried out at designated georeference stations (Maps 2, 3). In some cases a reference place was selected to sample the nearby area. The duration of data gathering and sampling at each site was variable, from one to four hours depending on the site and on the number of specimens found. The area covered also varied greatly, according to the local topography. Attempts were made to sample most of the vegetation from each site in the time available. Areas not influenced by watercourses were largely avoided. The stations sampled by the botany team during the AquaRAP expedition are listed in Table 2.1.

RESULTS AND DISCUSSION

General Aspects

Overall, 847 plant specimens with distinct growth patterns were recorded in the area studied (Appendix 3). A total of 431 different plant species distributed in 111 botanical families were identified. Among these species, 309 were identified to species level, 102 to genus level and 20 only to family level. Samples from 370 specimens were placed into the herbaria mentioned above. The families with the greatest number of species were Leguminosae with 40 species (18 Faboideae, 12 Mimosoideae and 10 Caesalpinioideae), followed by Compositae with 21 species, Gramineae and Rubiaceae with 19, Cyperaceae with 18, Euphorbiaceae and Melastomataceae with 16 and Myrtaceae with 11 species. Forty-nine families occurred with only a single representative species each.

Table 2.1. Georeference stations sampled by the headwaters botany team during the AquaRAP expedition. N = Rio Negro sites, C = Headwaters sites.

Georeference Number	Locality	Latitude; Longitude
Rio Negro Headwaters		
N02	Rio do Peixe	19º 23.25' S; 54º 58.79' W
N04	Rio do Peixe waterfall	19º 34.65' S; 54º 53.52' W
N06	Rapids near the town of Rio Negro	19º 26.12' S; 55º 01.05' W
N09	Rio Negro – near the bridge on BR-419 highway	19º 19.10' S; 55º 10.52' W
Rio Aquidauana Headwaters		
C01	Creek 7 kilometers from the town of Rochedo on the way to the town of Corguinho	19º 53.68' S; 54º 52.50' W
C02	Creek at Chácara da Portela	19º 48.67' S; 54º 50.65' W
C03	Marginal lagoon at Chácara da Portela	19º 48.67' S; 54º 50.65' W
Rio Taquari Headwaters		
C05	Creek at Fazenda Rio Bonito, about 50 kilometers from the town of Costa Rica	18º 14.90' S; 53º 25.38' W
C06	Riacho Morro Alto, near Chácara Morro Alto, about 40 kilometers from the town of Costa Rica	18º 17.70' S; 53º 22.12' W
C07	Córrego Engano, upstream of Córgão's confluence	18º 12.15' S; 53º 22.77' W
C08	Riacho "Córgão", near the confluence with Córrego Engano	18º 12.08' S; 53º 22.72' W
C09	Água Clara vereda, 3 kilometers from Fazenda Rio Bonito	18º 15.10' S; 53º 27.83' W
C10	Córrego da Furna, near Água Clara vereda	18º 15.75' S; 53º 27.98' W
C11	Rio Bonito – downstream from waterfalls	18º 16.38' S; 53º 27.45' W
C12	Creek along roadside, 40 kilometers from Alcinópolis in the direction of Costa Rica	18º 27.00' S; 53º 25.72' W
Rio Miranda Headwaters (Serra da Bodoquena)		
C13	Rio da Prata, Fazenda Rio da Prata	21º 26.15' S; 56º 25.75' W
C14	Riacho Olho D'Água, Fazenda Rio da Prata	21º 26.15' S; 56º 26.05' W
C15	Riacho Olho D'Água, Rio da Prata spring, Fazenda Rio da Prata	21º 26.30' S; 56º 26.72' W
C17	Alagado creek, about 65 kilometers from Jardim, downstream of Rio da Prata bridge	21º 19.83' S; 56º 26.82' W
C18	Rio Mutum along road from Jardim to Bonito	21º 17.92' S; 56º 25.95' W
C19	Parque Baía Bonita	21º 09.80' S; 56º 26.38' W
C20	Rio Formoso waterfall; Estancia Tucano	21º 06.10' S; 56º 22.90' W
C22	Rio Mimoso, 17 kilometers from the town of Bonito (Bonito – Bodoquena highway)	20º 58.32' S; 56º 32.82' W
C23	Reappearance of the Rio Formoso, Fazenda Formosa, 40 kilometers from the town of Bonito	21º 15.40' S; 56º 38.18' W
C24	Rio Formozinho, Fazenda São Geraldo, 17 kilometers from the town of Bonito	21º 15.24' S; 56º 33.60' W
C26	Rio Salobrinha, 20 kilometers from Bonito (Bonito – Bodoquena highway)	20º 40.72' S; 56º 46.87' W

The data on species richness indicate that, although the conservation status of parts of the region is precarious, the flora of the area studied is very diverse, even taking into consideration that sampling effort was limited by space and time. Three of the headwaters studied are located in the cerrado "lato sensu" and another in the transition area of cerrado to seasonal semideciduous forest. Castro et al. (1999), estimated that the cerrado region possesses between 3,000 to 7,000 species. Silva Júnior et al. (1998) compiled an Abobral species list from 15 areas of gallery forests of the Distrito Federal (Brasília), recording a total of 446 species.

It is difficult to make good estimates with the data obtained during this AquaRAP expedition, but based on our field experience, it is very likely that a more detailed study would reveal at least three times more species. This illustrates the great diversity and importance of the habitats studied.
As a whole, the headwater areas of the Rio Negro and Rio Taquari exhibit many floristic elements in common. Some of the species found in both areas include *Guarea kunthiana*, *Inga vera* and *Attalea phalerata.* Many of the species found at these sites are also present in the flooded gallery forests of the Rio Paraguai and Rio Miranda in the Pantanal, as described by Damasceno Júnior (1997) and Melo et al.

(1999). Intriguingly, some aquatic species recorded in Bonito, for instance, were not recorded on the Pantanal list assembled by Pott and Pott (1997), e.g., *Heteranthera zosterifolia*, *Potamogeton illinoensis* and *Myriophyllum aquaticum*. This demonstrates the uniqueness of some of the habitats sampled.

The headwaters of the Rio Miranda, in particular, have a vegetation unique from the remaining areas of the state. There were floristic elements cited for semideciduous forests in Paraguay and Argentina, as exemplified by *Averrhoidium paraguaiense*, recorded only by Dubs (1998) and now this AquaRAP survey in the state of Mato Grosso do Sul. Some of the other floristic elements found in this region are typical of dry deciduous forests of the calcareous mountains surrounding Corumbá and, according to Ratter et al. (1998), are characteristic of the caatinga (scrub land) vegetation of northeastern Brasil. Many elements of this type of vegetation are found in the "capões" of the Abobral region of the Pantanal and on Nhecolândia's cordilheiras which are unflooded localities.

DESCRIPTION OF THE STATIONS VISITED

Rio Negro Headwaters

A total of four sites were sampled at the headwaters of the Rio Negro, three of them in the surrounding highlands and one in the transitional flooding area. The sites N02 and N04 were located along the Rio do Peixe, with one possessing a 20 meter wide strip of well-defined evergreen gallery forests. This area was limited by cerrado vegetation, and in many cases, species typical of this environment such as *Vochysia hankeana*, could be encountered near the river margin in areas not influenced by flooding. The rocky substrate in many cases form ideal habitats for the growth of species like *Ludwigia* sp. Some of the species encountered in this region are typical of Pantanal's seasonal semideciduous forests (capões and cordilheiras), like *Albizia niopioides* and *Albizia saman*. Other tree species seem to be more restricted to areas influenced by water, such as *Inga vera*, *Attalea phalerata* and *Triplaris americana*. The topography has created relatively distinct species zonation in relation to the river. An interesting aspect is the occasional presence of species that indicate human disturbance, such as *Anadenanthera colubrina*, *Gynerium sp.* and *Gouania* sp. The forests associated with the Rio do Peixe were the richest within the Rio Negro headwater and all the other areas studied, with 143 plant species being recorded on the two sites sampled. Some strips of the forest had a high level of intactness with species of well-developed successional stages, such as *Ormosia fastigiata* and *Copaifera langsdorfii*. Conservation measures should be taken to protect these areas of great scenic beauty, like the waterfall in the Rio do Peixe. The areas downstream from the waterfall were in a good state of conservation, and more detailed botanical evaluations are necessary.

The Kubota waterfall (N06) is an interesting environment, where the river sculpts its bed in a v-shaped rock strata in the same way as at the Rio do Peixe, but with more intensity. The species are well adapted to growing on crevices of rocks with little soil, or on shallow soils subject to water action. In this area, land conditions make the transition to cerrado more abruptly. The vegetation ranges from seasonal semideciduous alluvial forest to slope forest. This area is as special as the Rio do Peixe, and although in better conservation status, it has been disturbed by forest fires and by recreation activities of the local population. Station N09 is located in the transitional area between the upper headwaters and the Pantanal floodplains of the Rio Negro. The largest occurrence of flood tolerant species, such as *Vochysia divergens* and *Inga vera,* was found at this station. This area is used intensively by fishermen, which results in human-related disturbances. Only 36 plant species were registered, therefore it is not a highly diverse area – possibly due to occasional flooding.

Rio Aquidauana Headwaters

At the three sites sampled, the vegetation was highly degraded. The gallery forests' remnants contain just a handful of pioneer and secondary vegetation. Along the margins of the rivers and creeks, only a few native tree species and grassland survive after the degradation process. Degradation is caused mainly by pastures, which stretch up to the river margins, and by the intense silting process that has been occurring in the last few years, causing major erosion of riverbanks.

The number of species recorded in this area was low. At the three sites sampled (C01, C02 and C03) the number of plant species recorded were 61, 20 and 34 respectively. If the trend observed is characteristic of the entire river, the current loss of specific and genetic diversity must be extreme.

One intact remnant that was not sampled is the hillside vegetation – deciduous forests, cerrados and gallery forests – adjacent to the town of Rochedo. The composition and floristic structure of the hillside vegetation is largely unknown, but the area is extremely important as it protects the springs that feed the headwaters of the entire region. Another interesting place not sampled, is the Piraputanga region, near the town of Aquidauana. In this region there are also vast areas of cerrado, semideciduous forests and gallery forests, that are poorly known to science. There is a natural inclination to protect this area, which is intensively used by the local population for recreation due to its scenic beauty.

Rio Taquari Headwaters

The vegetation in this region ranges from deciduous and semideciduous forests to gallery forests, cerrados, wet grasslands and veredas. At the eight sampled sites, conservation status ranged from relatively intact to highly degraded. However, all sites have remnant vegetation surrounded by large pasture areas or had several tree species removed by logging.

The first four sites visited in the headwaters of the Rio Taquari are gallery forests surrounded by pastures and agricultural land, previously occupied by cerrado vegetation. At the site C05, the stream flows through gallery forests on sandy soil and slightly hilly topography. The width of the forest does not exceed 30 meters, narrowing considerably in parts. The degradation level is high, indicated by the presence of vines like *Bauhinia* sp., *Serjania caracasana*, *Doliocarpus* sp. and the large number of dead trees. The most abundant species were *Xylopia aromatica, Tapirira guianensis* and pioneers like *Cecropia pachystachya.* At this site, 62 plant species were registered, and it was observed that the edge effect due to the intensive use of adjacent areas is highly prominent. Although the area has not presented any special biological significance for conservation, it is important to raise farmers' awareness of good environmental practices to increase the buffer zone on the margins of the stream and minimize the edge effect caused by agricultural activities.

The site C06 seems to be in better conservation status than C05. The stream is located in a deep v-shaped sandy/ rocky bed, with a tall gallery forest shifting to cerrado. The number of species found was higher than on the other sites (72 species), and the presence of vines and other opportunistic species was not as frequent as other sites of the region. However, species like *Tapirira guianensis* and *Anadenanthera colubrina* were very common, indicating some degree of degradation. Due to the poor conservation status of neighboring areas, this site is an important refuge for the local wildlife and can be taken as a good example of the areas with this type of terrain. Detailed study of this area might reveal a greater number of species than the ones encountered during this expedition.

Sites C07 and C08 were connected and thus are described here as a single area. The vegetation ranges from a relatively well preserved tall gallery forest (canopy up to 20 meters) to small strips of seasonal semideciduous forest. Fifty-four plant species were registered at these sites, and this low number was probably due to the short amount of time spent sampling. A more detailed study may reveal a higher number of species. The site is characterized by natural disturbance from large water "landslides" during the rainy season, as reported by local residents. These landslides cause many trees to fall down. In addition, human disturbance is indicated by the presence of several specimens of *Croton urucurana, Cecropia pachystachya, Trema micranta* and *Lantana fucata*, although forest species of well developed successional stages, such as *Cedrela* sp. and *Guarea kunthiana,* can also be found in the same area, especially near Riacho Corgão. The understory vegetation, composed mainly of *Psychotria carthagenensis, Clavija nutans, Oxalis rhombeo-ovata* and *Trichilia catigua,* is richer than the other sites sampled in the region. Epiphytes such as *Peperomia* sp. and *Peperomia circinata* can also be found in great numbers on rocks and tree barks. It is believed that both sites, especially Corgão, are good examples of areas subjected to natural disturbance by the fast and high fluctuations in the water level. Study of self-regenerating areas like these may highlight important points on the recuperation of similarly degraded areas.

Sites C09 and C10 are vereda vegetation. Although these landscapes are common sights in the cerrado region, they are poorly researched. In Mato Grosso do Sul, there is only one floristic study of such areas, done by Dias (1999), which did not cite any similar species to those found in this study. Fifty species were registered in the vereda of site C09. However, many Gramineae species difficult to identify under field conditions were not registered. Taking into account the restrictions that such flooded environments impose on the development of vegetation, the amount of time and effort employed, and the flooding conditions found, the area can be said to be richer in species than expected. Many areas subjected to inundation do not possess a large number of species. In a study carried out by Sanches et al. (1999) on aquatic and herbaceous species on a flooding plain of the Rio Paraguai in Corumbá, only 62 species were recorded in 22 kilometers of river.

In the above mentioned vereda, the most common species were *Mauritia flexuosa,* four species of Eriocaulaceae (*Eriocaulon* sp., *Syngonanthus helminthorrhizus*, *Syngonanthus nitens* and *Syngonanthus xeranthemoides*), *Eryngium floribundum, Eryngium* sp. 2 and *Vernonia ararana.* Families like Eriocaulaceae were only found in veredas during the AquaRAP. The absence of pioneering species typical of degraded areas is noticeable in this area, with the only pioneering species sampled here being associated with flooded habitats. This is undoubtedly a unique ecosystem and should therefore be preserved.
Site C10, where 39 species were recorded, ranges from vereda to gallery forests. The low number of species found was also probably due to the poor drainage of the terrain. Common species encountered here are *Miconia elegans, Echinodorus longipetalus, Echinodorus tenellus* and *Rhynchospora* cf. *trispicata*. The potential for conservation here is less than the previous site, but the locality is still biologically valuable.

Site C11 is an area of gallery forest with sandy banks altered by human activities. At this site only eight species were registered, the common ones being *Inga* sp., *Guarea*

sp. and *Croton* sp. Site C12 is a degraded vereda, where nine species were sampled. The area is characterized by the presence of Araceae *Urospatha sagittifolia, Ludwigia* sp. and *Eryngium* sp. The main threat to this vereda is road construction and silting of the margins.

Rio Miranda Headwaters

Site C13, located on the Rio da Prata, has the second highest diversity of species among the sites sampled during the expedition, being lower than only the Rio do Peixe in the headwaters of the Rio Negro. At this site, 101 plant species were recorded. The local vegetation is composed of alluvial semideciduous forest with approximately 20 meter high canopy and growing on calcareous hills. The river runs through a slight v-shaped terrain. The neighboring vegetation is deciduous forest, which has been replaced by pasture land, the latter being largely dominant along the Rio da Prata. The strip of vegetation influenced by the water level is narrow. Species found on this site were *Inga heterophylla, Ficus* sp., *Inga vera,* forming the canopy and *Piper angustifolium* in the understory. In transitional areas to deciduous forest where the fluctuation in the water table has little influence on the vegetation, the dominant canopy species are *Aspidosperma cylindrocarpum, Tabebuia* cf. *impetiginosa, Holocalyx balansae, Nectandra membranacea*, and in the understory are *Pterogyne nitens, Unonopsis lindmanii* and *Casearia* cf. *mariquitensis.* In areas with an open canopy, herbaceous species like *Bromelia balaensae* and grasses like *Olyra ciliatifolia* and *Pharus glaber* were found. Pteridophytes like *Adiantum mathewsianum* and *Hemiomitis tomentosa* found due to the humidity of the area, are difficult to find in other sites.

Species characteristic of degraded sites, such as *Cecropia pachystachya* and *Croton urucurana,* occur only on the edges or in gaps, indicating the high conservation potential for this area. Although there is little habitat heterogeneity, there is high species richness. It is likely that several of these forest species are of great importance to the herbivorous fish population (*Piaractus mesopotamicus* and *Brycon* sp., for instance) inhabiting this region. Furthermore, they provide shelter for the local wildlife population whose habitats have become fragmented by woodcutting.

The spring of Riacho Olho D'Água is located in the area of sites C14 and C15, and is treated as one site in this report with 23 species registered. The vegetation is composed of hygrophilous forest possessing a similar structure to that observed on site C13, differing only on the plain relief and slight influence of the adjacent deciduous forest. Predominant tree species associated with the zone influenced by the water table are *Ficus insipida, Ficus pertusa* and *Cestrum sendtnerianum.* As the speed of the current is low, the area is favorable to the development of aquatic plants, facilitating the growth of submerged vegetation. The great biomass of aquatic macrophytes is formed mainly by submerged species like *Heteranthera reniformis* and *Heteranthera zosterifolia*, and floating aquatic species like *Eleocharis geniculata* and *Bohemeria cylindrica.* These macrophytes are important sources of food and habitat for the local fish fauna. The amount of sampling carried out does not allow a detailed analysis of this site, but like most spring areas its conservation is extremely important. The number of species recorded at each individual site is relatively small, but considering the variety of habitats visited, the species richness is high.

All of the sites described above are used as tourist attractions, guaranteeing their conservation due to the financial benefits they bring to local farmers. Site C17 ranges from hydromorphic grassland to semideciduous forest, which have many individuals of few species. Among the herbaceous species, *Rhynchospora* cf. *tenuis* is an important component, and some shrub species (*Myrcianthes pungens* and *Adelia spinosa*) can be observed in some cases covered by vines like *Cissampelus pareira*. Many individuals of *Cnidosculos phyllacanthus* can be seen on the edge zone near the road, which is typical of caatinga vegetation found in northeastern Brasil. Site C17 is highly degraded and is not used for tourism. Unlike other visited sites, this locality may be important to conserve as a swamp.

Site C18, an area ranging from gallery forest to semideciduous forest, presents similar characteristics to those found in site C13. Although the area seems to be more degraded (only six plant species were collected), species found in C13 were also seen here. This area is not used for tourism, but has great potential as a source of seeds to be used in the recovery of other degraded areas.

A great diversity of habitats was observed at site C19. The area has great potential for tourism, with habitats ranging from gallery forest, semideciduous forest (not studied), swamp, to springs and creeks with large amounts of aquatic macrophytes. In total, 36 species were registered, 17 of them being aquatic. The gallery forests have a floristic composition and structure similar to the one described for site C13, but water plays a larger role here as the land is flatter. At this site, observations were only made in the swamp and in the bed of the Rio Formoso and Rio Formosinho. A large biomass of *Rhynchospora* sp. was found in the swamp, as well as some sparse shrubs of *Eythrina speciosa*, which is flood tolerant. Although the swamp had low diversity, it seems to be an important area due to the large biomass found there. Several fish species are likely to inhabit this environment.

The riverbed is connected to the swamp at many points and showed a high biomass of aquatic plants. The predominant species were *Myriophyllum aquaticum*, a submerged macrophyte covering the substrate of extensive areas of watercourses, *Polygonum hydropiperoides*, a floating macrophyte present in large numbers, as well as other

species such as *Echinodorus ashersonianus* and *Echinodorus macrophyllus*. This site had the highest diversity of aquatic macrophytes found in the headwaters region. The area is protected by local ecotourism activities. Unfortunately, the surrounding area is in poor conservation status and therefore merits a vegetation recovery program implemented by stakeholders and local residents.
Site C20 is characterized by gallery forests grading into a seasonal semideciduous forests to pasture. The locality's canopy varies from 10 to 15 meters, which is lower than the one at Rio da Prata, and 19 species were recorded at this site. The area's canopy was composed of numerous *Guarea kunthiana, Tapirira guianensis* and, notably, some species not found on Rio da Prata (site C13), such as *Macherium vilosum, Sweetia fruticosa* and *Chionathus filiformis*. The general conservation status of the area seems to be somewhat impacted by agricultural activities. Since it is not used for tourism, no attempts have been made to protect the site. The spring located at C22 has sandy and pebbly substrate, sandy/muddy banks and gallery forests covering parts of the riverbed. Degradation in the area was seen mainly in the proximity of the road. The rest of the area was in better conservation status, although the local owner had been removing the understory vegetation to improve transit through the forest. The canopy was at approximately 20 meters high. Only six species were recorded due to little sampling time, however, the forest has great potential for conservation and its native plants could be used to reclaim other impacted gallery forests in the region.

The resurgence of the Rio Formoso was at site C23. This area was characterized by the presence of large quantities of aquatic macrophytes, similar to the ones seen in Baía Bonita (site C19). Over the calcareous hill, adjacent to the river, the vegetation of semideciduous forest stretches up to the river margins. Close to the margins, species typical of gallery forests, such as *Myrcianthes pungens*, *Ficus pertusa* and *Eugenia florida* can be found. The majority of the species encountered are representative of semideciduous forests, such as *Averrhoidium paraguaiense* and *Balfourodendron riedelianum*. Although only 23 plant species were registered at this site, it is believed that only 1/5 of the species inhabiting the area were sampled. Many of the species found at this site were only seen here, such as *Caliandra* cf. *foliosa* and *Pilocarpus pennatifolius,* indicating that this is a unique habitat in the region and should be better studied.

Site C24 was six represented by a very degraded gallery forest where only species were recorded, of which *Convolvulus crenatifolius* is characteristic of human disturbed areas. The area did not present any special characteristic concerning its vegetation that requires further comment.

At sample site C26, 17 plant species were registered. Due to the short time available for sampling, as in site 23, we believe only 1/5 of the local species were recorded. Many species were found only at this site (e.g., *Fosterela penduliflora* and *Solanum riparium*, the former probably the first record for the state of Mato Grosso do Sul). The site should be studied in greater detail to facilitate the development of a conservation plan. Currently the area is under strong human pressure and deforestation can be seen even on slopes greater than 45°, which is forbidden under Brasilian legislation.

Threats

There are basically four types of imminent threats resulting in deforestation of the whole Rio Negro watershed and its tributaries: wood extraction, agriculture, recreation activities and the substitution of pastureland for forest. Although Brasilian legislation protects springs and watercourses (especially those associated with gallery forests), wetlands, veredas and semideciduous forests, deforestation seems to be increasing due to these intensive and extensive activities. In each of the seven stations sampled, some degree of habitat modification was observed. However, even within a single station, some sections were intensively degraded, while other parts were in good condition.

In the Upper Rio Negro, Upper Rio Aquidauana and Upper Rio Taquari regions, the predominant activity is intensive cattle farming. Most of the productive land is transformed into pasture, and the gallery forests were either totally degraded, with only a few well-developed successional species, or with a low biodiversity of mainly secondary species. Out of the three stations previously mentioned and primarily considering the vegetation associated with the river, the Upper Rio Negro region is in better conservation status than the others. The Upper Rio Taquari region, on the other hand, is experiencing the largest amount of degradation with a high degree of erosion and siltation.

Part of the siltation problem is caused by the fact that the sources of these watercourses are without any protection in an extensive agricultural area, and intensively exploited in the planalto regions (plateau region surrounding the Pantanal wetland), where remaining forests are practically absent. Environmental degradation is further enhanced by wood extraction, seen on many hilly areas that are nearly or totally without vegetation cover. Agrochemical contamination of watercourses should also be studied to discover its true contribution to the degradation of the region.

In the Upper Rio Miranda station, the main activity is also cattle farming, with a lower degree of devastation. Nevertheless, pasturelands still stretch between riparian areas and the vegetation on the hilly areas of dolomitic limestone. Due to the region's propensity for ecotourism, recreational activities are slowly replacing or complementing cattle ranching. In the past five years, there have been many private initiatives to preserve and recover aquatic and

associated terrestrial ecosystems, which may contribute to the maintenance and improvement of the environment. These recreational activities, however, must be well planned according to strict technical criteria to determine the carrying capacity of the local ecosystems. Otherwise they may cause degradation to fragile ecosystems, such as the semideciduous forests that occur on the region's hills. Loss of vegetative cover in the region is compensated by the native vegetation that still covers the springs of the numerous tributaries, as seen on the slopes of the Serra de Maracaju (plateaus of the Costa Rica and Bodoquena region). These areas have a higher conservation potential. Other activities that can increase the threat to the vegetation are mining along the Serra da Bodoquena (mainly in the proximity of the town), the use of the banks of the hills by breeds of cattle adapted to this type of terrain, and the utilization of caves by ecotourism groups in the vicinity of Bonito.

Consequences for the vegetation:

a) Disappearance of species with restricted distributions;
b) Decrease in population numbers and genetic diversity;
c) Reduction of species diversity;
d) Increase in the edge effect on gallery forests, semideciduous and deciduous forests; and
e) Habitat fragmentation.

CONSERVATION RECOMMENDATIONS

- Obedience of current environmental legislation, with stricter monitoring;
- Implementation of planned legal reserve areas, as often as possible, adjacent to gallery forests to minimize habitat fragmentation;
- Reforestation of areas that do not possess legal reserves and that no longer possess an area of permanent preservation, using native plant species (e.g., from Rio Mimoso). Deforestation is apparent throughout all the headwater regions, but is most dramatic in the Upper Rio Aquidauana and Upper Rio Taquari;
- Promote the use of adequate agricultural techniques to protect the soil;
- Reduce the use of agrochemicals by means of integrated pest control;
- While little is known about veredas (e.g., C09 and C10), our brief surveys indicate that they are undoubtedly a unique habitat and should therefore be preserved.

Compatibility of human and non-human needs:

- Encourage and promote, in a controlled manner, ecotourism activities in all the visited areas with scenic beauty, especially the Rio do Peixe waterfall, Bonito, and the Kubota waterfall;
- Encourage the implementation of private reserves on rural properties;
- Encourage the use of native cerrado species in agriculture.

CONSERVATION OPPORTUNITIES

All the visited areas with scenic beauty and high floristic diversity have high tourism potential such as the Rio do Peixe, Kubota waterfall and the hills near the town of Costa Rica. Furthermore, the opportunity exists for the creation of a conservation unit in the Upper Rio Miranda region (Serra da Bodoquena), including gallery forests, plains and hills.

Future research:

- It is recommended that scientists carry out a detailed floristic inventory of the preserved sites within impacted areas to subsidize the recovery process of the degraded areas;
- Floristic inventories should be conducted in areas not surveyed by this AquaRAP expedition, such as the Piraputanga region near the town of Aquidauana;
- Identify and recognize areas with high diversity and endemism – downstream of the Rio do Peixe waterfall, Rio Formoso, and Rio Salobrinha are good candidates;
- Carry out studies of species population dynamics to use for recovery and handling.

LITERATURE CITED

Assis, M.A. 1991. Fitossociologia de um remanescente de mata ciliar do Rio Invinhema, MS. Ph.D. dissertation. Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas. 163 pp.

Castro, A.A.J.F., Martins, F.R., Tamashiro, J.Y., and G.J. Shepherd. 1999. How rich is the flora of brasilian cerrados? Annals of the Missouri Botanical Garden 86:192-224.

Conceição, C.A., and J.E. Paula. 1986. Contribuição para o conhecimento da flora do Pantanal Mato-grossense e sua relação com a fauna e o homem. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal. Pp. 107-130. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Cunha, C.N. 1990. Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé - Mato Grosso. Ph.D. dissertation. Instituto de Biologia, UNICAMP. 133 pp.

Damasceno Júnior, G.A. 1997. Estudo florístico e fitossociológico de um trecho de mata ciliar do Rio Paraguai, Pantanal-MS, e suas realções com o regime de inundação. Masters thesis. Instituto de Biologia, UNICAMP. 115 pp.

Damasceno Júnior, G.A., M.A.O. Bezerra, I.M. Bortolotto, and A. Pott. 1999. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal. Pp. 203-214. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Dias, F.A. 1999. Reflexão sobre o uso da terra da área de proteção ambiental dos mananciais do córrego Guariroba, Campo Grande/MS: uma proposta de reordenamento. Ph.D. dissertation. FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo. 121 pp.

Dubs, B. 1998. Prodromus florae Matogrossensis. Küsnacht, Betrona-Verlag. 444 pp.

Guarim Neto, G. 1991. Plantas do Brasil - angiospermas do Estado de Mato Grosso - Pantanal. Acta bot. bras. 5:25-47.

Guarim Neto, G. 1992. Biodiversidade do ecossistema pantaneiro: a vegetação do Pantanal. *In* Congresso Nacional Sobre Essências Nativas. Pp. 106-110. Anais, São Paulo.

Guarim Neto, G., V.L.M.S. Guarim, E.C.C. Moraes, and L.A.D. Ferreira. 1996. Fitossociologia de matas ciliares no Pantanal Mato-Grossense. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica 12:251-263.

Hoehne, F.C. 1923. Phytophysionomia do Estado de Mato Grosso e ligeiras notas a respeito da composição e distribuição da sua flora. Cia Melhoramentos, São Paulo. 94 pp.

Matsunaga, H. and J.R.B. Monteiro. 1995. Caracterização florística e a densidade das espécies lenhosas de floresta ciliar em área de dique geomorfológico em um trecho do Rio Cuiabá, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995, FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 333 pp.

Melo, W.F., G.A. Damasceno Júnior, and R. Culau. 1999. Aspectos preliminares do comportamento alimentar de um grupo de Bugios *Alouatta caraya*. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: Manejo e Consevação. Pp. 341-348. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Monteiro, J.R.B. and G.A. Silva. 1995. Fitossociologia de um trecho de mata ciliar do Rio Bento Gomes, Pantanal de Poconé, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995. FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 333 pp.

Oliveira-Filho, A.T. 1989. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego paciência, Cuiabá, MT. Acta bot. bras. 3:91-112.

PCBAP. 1997. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal): diagnóstico dos meios físico e biótico. Volume II, Tomo III. Ministério do Meio Ambiente, Dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília. 433 pp.

Pott, A. and V.J. Pott. 1994. Plantas do Pantanal. EMBRAPA, Brasília. 320 pp.

Pott, V.J. and A. Pott. 1997. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. Acta bot. bras. 112:215-227.

Prance, G. and G.B. Schaller. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brasil. Brittonia 34:228-251.

Previdello, M.E., M.C. Souza, and M.B. Romagnolo. 1996. Análise da estrutura da mata ciliar em área de colonização natural, ilha Mutum, Rio Paraná, Muc. Taquaruçu, MS. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVII., Nova Friburgo, 1996. Resumos - Nova Friburgo, SBB. 200 pp.

Ratter, J.A., A. Pott, V.J. Pott, C.N. Cunha, and M. Haridasan. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brasil. Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh 45:503-525.

Salis, S.M., V.J. Pott, and A. Pott. 1999. Fitossociologia de formações arbóreas da bacia do Alto Paraguai, Brasil. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: manejo e consevação. Pp. 357-380. EMBRAPA, Anais – Brasília, Corumbá.

Sanches, A. da L., I.M. Bortolotto, and G.A. Damasceno Júnior. 1999. Levantamento florístico das macrófitas aquáticas do Rio Paraguai, nas cidades de Corumbá e Ladário-MS. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: manejo e consevação. Pp. 407-412. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Silva Júnior, M.C., J.M. Felfili, P.E. Nogueira, and A.V. Resende. 1998. Análise florística das matas de galeria do Distrito Federal. *In* Cerrado: matas de galeria. Pp. 51 – 84. J.F. Ribeiro (ed.). EMBRAPA, Brasília.

Soares, R.A. and J.R.B. Monteiro. 1995. Composição florística e a distribuição espacial das espécies lenhosas de floresta ciliar em áreas de sedimentação aluvionar do Rio Cuiabá, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995. FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 318 pp.

Souza-Stevaux, Ma. C. de and J. Cislinski. (in press). Vegetação de um trecho superior do Rio Paraná e seu potencial para reflorestamento. *In* Seminário Regional de Ecologia, VIII, São Carlos, 1996. Anais - São Carlos, UFSCar.

Veloso, H.P. 1947. Considerações gerais sobre a vegetação do Estado de Mato Grosso. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 45:253-272.

CHAPTER 3

DESCRIPTION OF THE VEGETATION OF THE RIO NEGRO, PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Robin B. Foster, Vali J. Pott and Suzana de Salis (Lower Rio Negro Region)

SUMMARY STATISTICS

- A total of 239 plant species in 81 families were sampled from the Rio Negro and Rio Taboco regions during the expedition.
- Cerrado savana is most common in the higher elevations of the Upper Rio Negro and Rio Taboco regions, although much of the level terrain here has been converted to pasture. Cerradão low forest grows on the steeper slopes in these areas.
- The strip of riparian vegetation is relatively narrow in the Upper Rio Negro and Taboco regions, reflecting the narrow width of flooding. At lower elevations, rivers meander more due to flooding and the evenness of the terrain. The strip of riparian vegetation subsequently becomes wider with floodable savanna and scattered forests.
- Aquatic plants can be common and abundant in the backwaters of the Middle and Lower Rio Negro regions. However, aquatic plants are uncommon at the higher elevations of the Upper Rio Negro and Taboco regions. They are also uncommon in the main channels of all the rivers throughout the entire survey area.
- Plants more closely associated with cloud forests can be found near permanent waterfalls in the Upper Rio Negro region. The distribution and conservation potential of these species deserve further study.
- The formation of cordilheiras, baías and salinas seems to be unique to the Nhecolândia region of the southern Pantanal, between the Rio Negro and the Rio Taquari to the north. No other area of the Pantanal – or of the world – has such a topographic or ecological system.
- The Cambará (*Vochysia divergens*) – probably the most important timber species of the Pantanal, which also has medicinal properties – can be seen in abundance throughout the Pantanal. Most of the individuals on the floodplains seem to be dead or dying. This does not seem to be the case on the flooded terraces. The widespread die-off is probably the result of natural processes, but further investigation would be necessary to verify this.

ABSTRACT

Thirty sites along the Rio Negro and Rio Taboco were sampled. The Upper Rio Negro region has a typical 20 meter strip of evergreen gallery forest (mata ciliar) growing along the river, while plants more closely associated with cloud forests grow around permanent waterfalls. The distribution and conservation status of these plants – including Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae), and numerous ferns and mosses – should be studied.

Although the active rivers harbor very little aquatic vegetation, in the backwaters the aquatic plant species proliferate into huge mats dominated by any of a dozen different emergent species, and (in the deeper water) by the floating plant species. The backwaters of the floodplain of the Middle Rio Negro (excluding the vazantes and baías) with high-density stands of aquatic plants, are also of special importance as breeding grounds for the fishes and macrocrustaceans. With respect to woody plants, the Cambará – probably the most important timber species of the Pantanal, which also has medicinal properties – can be seen in abundance colonizing the flooded savanna terraces. However, its regeneration on the floodplain is very spotty.

Most of the large Cambará individuals on the floodplain (based on several hundred trees checked) seem to be recently dead or very unhealthy, with many dead small branches. This is probably caused by a natural die-off which may be hastened by a large quantity of guano left by birds using the dead branches as roosts.

The formation of cordilheiras, baías and salinas seems to be unique to the Nhecolândia region of the southern Pantanal, between the Rio Negro and the Rio Taquari to the north. No other area of the Pantanal – or of the world – has such topographic or ecological systems. The baías harbor great concentrations of aquatic plants, and are remarkable in the radical difference in aquatic vegetation from one baía to the next. Physical and chemical factors clearly play a role, as evidenced by the dominance of *Paspalum vaginatum*, a plant of ocean beaches, on the sandy shores of the salinas. Aquatic plants were rare in the upper sites sampled, except for the few amphibious species on the tiny beaches, but they were common in the lowest sites, on narrow, backwater arms of the river, which were covered with floating mats (but no emergents). In contrast, both sites sampled on the Rio Negrinho – a backwater flooded pasture and a swamp – had extensive mats of floating and emergent aquatic plants.

REGIONAL DESCRIPTIONS

Upper Rio Negro Region
Higher part: Rio do Peixe-montante (N4), Buraco de Araras (N5), Rio Negro-cachoera (N6).
Lower part: Rio do Peixe-juzante (N2), Rio do Garimpo (N3), Rio Negro-juzante (N9) (Map 3).

The upper Rio Negro drainage descends from the Brasilian Shield toward the Pantanal. The higher part of this area includes mostly sandstone, rock bottom streams, cachoeiras (cascades) and saltos (waterfalls). The streams are bordered by slopes of the adjacent hills. These slopes – when not converted to pasture – are covered mostly with cerrado savanna (area that consists mainly of tree and scrub savanna with some wide, open grasslands, but mainly grassland with scattered trees and denser savanna and an occasional forest-like structure), or, on the upper slopes, with cerradão low forest. Both cerrado and cerradão are typical vegetation of sandstone dry areas of southwestern Brasil.

A strip of evergreen gallery forest (mata ciliar) usually grows along the river, varying from a single row of trees and shrubs, up to a 20 meter wide strip of forest when the valley is deep and the trees have access to stream water all year. *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Hirtella* sp. (Chrysobalanaceae), *Protium heptaphyllym* (Burseraceae) and *Inga vera* (Fabaceae-Mimosoid) are typical trees of all these strips. A few distinct perennial plant species grow in the rock crevices of the streambed, and an ephemeral flora grows on the sand deposits scattered over the rock surface. Where the rock strata are horizontal, or tilted in the opposite direction from the waterflow, more permanent pools form and aquatic plants develop.

Plants more closely associated with cloud forests grow in the perpetual mist around permanent waterfalls. These plants, which are quite uncharacteristic of Mato Grosso do Sul, include: Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae) and numerous ferns and mosses. The distribution and conservation status of these plants deserve further study. In the rapid flowing water over large rock outcrops, two aquatic species of the characteristic family Podostemonaceae, absent lower on the Rio Negro, were found.

In the lower part of the upper Rio Negro drainage, the streams emerge from the hills into broader valleys and begin to meander, cutting into the sandy alluvium of the valley floor, with only occasional exposure of rock. The surrounding terraces of alluvial soils are more fertile and support remnants of semideciduous forest. The meanders create wider gallery or floodplain forests on alternating sides of the streams. Where broad beaches form, a small-scale floodplain forest – similar to that of the Amazon, with the characteristic *Ficus insipida* (Moraceae) – develops. Where river meander and beach development is minimal, a more typical gallery forest grows, dominated by *Inga vera*, *Attalea phaelerata* (Arecaceae), *Triplaris americana* (Polygonaceae) and *Cecropia pachystachya* (Cecropiaceae).

The beaches support a diversity of mostly ephemeral herbaceous species – especially grasses forming single-species patches, such as *Brachiaria subquadripara* or *Acroceras zizanioides* – which tolerate some flooding. Some of these beach species could be considered semi-aquatic or at least "amphibious" species. True aquatic plants seem to be missing. The cutting banks of the streams are deep (4 – 5 meters), and support a wide mixture of weedy, terrace, floodplain, and semi-aquatic plants. The surrounding high terraces probably have little direct effect on the local aquatic system except in terms of the general chemistry and sediment of rainfall runoff.

Middle Rio Negro Drainage
Higher part: Corrego Anhumas (N7), Corrego Curixau (N8).
Lower part: Corixo São Pedro (N21), Fazenda Rio Negro (N14), Corixo Ariranha (N15), Corixo São Antonio (N16), Pantano Santa Sofia-edge (N17), Pantano Santa Sofia-center (N18), Baía (N19), Salina (N20).

After its union with the Rio do Peixe and other tributaries, the Rio Negro breaks up into an anastomizing internal delta that filters out the sediment in the water. A much clearer and darker river then rejoins into a single channel, and bisects the region of the southern Pantanal. The upper córregos

(small tributaries), mostly derived from within the flat Pantanal, are similar in vegetation to the main river, only on a smaller scale.

Deep sandy sediment, derived primarily from the sandstone of the Brasilian Shield, characterizes the great Pantanal terrace. The sand is, however, "dirty" with a mix of rich materials that blend in during the annual and irregular floods. Because of this intermediate nature of the soil, the savannas and dry forests of the Pantanal terraces are different from those in other parts of the neotropics. They are neither strictly "white sand" savannas nor typical richer-soil savannas; neither cerradão nor typical semideciduous dry forest.

In its broadest sense, the floodplain of the Rio Negro might be taken to include the enormous floodable savanna south of the Rio Negro. Here, we use the narrow sense of the floodplain as the active meander plain within which the river moves back and forth over periods of many years. Above the junction of the Rio Taboco, the floodplain of the Rio Negro is narrow. Below, it is very broad, sometimes a few kilometers across. Compared to the terraces to the north and south, the floodplain appears disorganized (on a small scale), with a maze of old levees and corixos (small perennial water courses with defined channels which link adjacent bays) on either side of the current river. It is these backwaters of the floodplain (not the vazantes and baías) that are of special importance as breeding grounds for the fishes and macrocrustaceans. These are also the sites with high-density stands of aquatic plants. The active river has only occasional fragment patches of *Eichhornia* (Pontedariaceae) stuck along its banks, and a few amphibious species on its beaches. In the backwaters, however, the aquatic plant species proliferate into huge mats dominated by any of a dozen different emergent species, and, in the deeper water, by the floating plant species.

Aquatic Plants

- Few submersed aquatics were found, due to little exploration of the baías. The species were: *Ludwigia inclinata*, *Cabomba furcata* and *Nitella furcata*.

- Free floating aquatics included: *Limnobium laevigatum*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Eichhornia crassipes*, *Azolla filiculoides*, *Ricciocarpus natans* and *Ceratopteris pteridoides*.

- Rooted floating aquatic plants include: *Eichhornia azurea*, *Ludwigia sedoides*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Pontederia rotundifolia*, *Paspalum repens*, *Panicum elephantipes* and rare plants of the water lily *Nymphaea amazonum*.

- Emergent aquatic plants include: *Thalia geniculata, Cyperus giganteus, Hygrophila costata, Hyptis lorentziana, Echinodorus paniculatus, Hibicus furcellatus, Hibiscus sororius, Discolobium pulchellum, Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa, Enydra radicans, L udwigia octovalvis, Ludwigia leptocarpa, Ludwigia lagunae, Ludwigia nervosa, Ludwigia grandiflora* and *Ludwigia elegans*. The last species is absent in still waters.

- Low beaches – exposed at low water – are covered with a high diversity of amphibious or semi-aquatic plants that are maintained, in part, by the grazing of capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris,* the world's largest rodent, found in the neotropics east of the Andes mountains, is mostly terrestrial and common to swamps). Almost universal on the lowest beaches is a mat composed of *Elaeocharis minima* (Cyperaceae), *Echinodorus tenella* (Alismataceae) and *Ludwigia inclinata* (Onagraceae), mixed sometimes with dozens of other species, especially Cyperaceae such as *Eleocharis filiculmis*, *Cyperus odoratus*, *Cyperus*, *luzulae*, *Cyperus haspan* and *Cyperus surinamensis*. Some of these are ephemeral, others amphibious. Slightly higher beaches usually have extensive stands of *Polygonum* spp., *Commelina schomburgkiana* or *Panicum rivulare*.

- Climbers occasionally found on top of the emergents and higher beach herbs include: *Cissus spinosa, Rhabdadenia pohlii, Mikania scandens, Ipomoea tenera, Funastrum clausum, Odontocarya tamoides, Cayaponia podantha* and *Serjania* sp.

- Also occasionally are epiphytic aquatic plants, *Utricularia gibba* and *Oxycaryum cubense*, which initially grow on top of *Eichhornia azurea*, eliminating it in the succession process and becoming dense floating mats on their own, and important habitat for various aquatic organisms.

Woody Plants

The lowest woody vegetation of the river levees is a line of shrubs and low-branching trees of *Couepia uiti* or *Licania parvifolia* (Chrysobalanaceae). Upriver from the Fazenda Rio Negro, *Psidium kennedyanum* (Myrtaceae) becomes a dominant element of these fringes. For some reason, *Psidium* disappears down river (until the Rio Abobral and Rio Vermelho outlets of the Lower Rio Negro swamp).

The forest that develops on the high levees is characterized by the emergent Cambará, *Vochysia divergens* (Vochysiaceae), with an intermixture of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) and *Inga vera*, and an understory dominated by *Licania parvifolia* and *Garcinia brasiliensis*

(Clusiaceae), *Neea hemaphrodita* (Nyctaginaceae), *Erythroxylum anguifusum* (Erythroxylaceae), *Bactris glaucescans* (Arecaceae), a few Myrtaceae and other small trees, shrubs and lianas. The absence of *Ficus insipida* and *Croton urucurana* – so common on the upper river floodplain – is conspicuous, but the pioneer species *Cecropia* and *Triplaris* are as abundant here as up river.

The Cambará – probably the most important timber species of the Pantanal, which also has medicinal properties – can be seen in abundance colonizing the flooded savanna terraces. However, its regeneration on the floodplain is very spotty. Most of the large Cambará individuals on the floodplain (based on several hundred trees checked) seem to be recently dead or very unhealthy, with many dead small branches (Fig. 3.1). This does not seem to be the case on the flooded terraces. Although aquatic birds occasionally use some of these trees as rookeries or as frequent perches, it is usually the trees that already are dying that have enough exposed branches to be selected by the birds, rather than the birds that are killing the trees. High concentration of guano, however, may hasten the death of already unhealthy trees. There seems to be a widespread die-off of Cambará on the floodplain, probably the result of natural processes, such as the semi-synchronous reaching of old age by a population that colonized an area at the same time (e.g., after extensive beach formation following a major flood), or a periodic epidemic of a pest or disease (infestations of sap sucking membracids were conspicuous on many of the trees). The die-off could, however, also reflect some unrecognized change in the floodplain, calling for further investigation.

Figure 3.1. The Cambará, *Vochysia divergens* (Vochysiaceae), is probably the most important timber species of the Pantanal, and can be seen in abundance colonizing the flooded savanna terraces. Most of the large Cambará individuals on the floodplain, however, seem to be recently dead or very unhealthy, with many dead small branches such as the trees shown here. *Photo by R. Foster.*

A short-term consequence of these large dying trees is a temporary increase in perching and roosting sites along the river. However, as the trees fall, the resulting disintegrated forest develops into massive vine tangles dominated by *Combretum laxum*, a less attractive area for the large birds. Such vine tangles or "pombeirals" already occupy long stretches of the river.

Below the junction of the Rio Taboco, the Pantanal terrace on the north side of the Rio Negro is higher than it is on the south side. This unevenness seems to be caused by alluvium spillovers from the Rio Taquari south into the Negro drainage during high floods. The estancias (cattle ranches) are mostly located on the higher (north bank) terrain. The northside terrace forms an undulating mosaic of cordilheiras (narrow and elongated sand hills up to two meters in height and covered by savanna vegetation) alternating with a high density of baía and salina lakes (saline or brackish pond not subject to seasonal flooding), and with low, continuous vazante or grassy watercourse drainages. The southside terrace, except for interruption by floodplains of the Rio Aquidauana and of smaller tributaries, is in contrast a flat, seasonally and periodically burned savanna, dominated by grasses and small trees of *Curatella* and *Byrsonina*. This lower terrain occasionally has unflooded islands, or capões, with vegetation typical of low, either semideciduous or cerradão forest. The formation of cordilheiras, baías, and salinas seems to be unique to the Nhecolândia region of the southern Pantanal, between the Rio Negro and the Rio Taquari to the north. No other area of the Pantanal – or of the world – has such a topographic or ecological system.

The baías harbor great concentrations of aquatic plants, and are remarkable in the radical difference in aquatic vegetation from one baía to the next. Physical and chemical factors clearly play a role, as evidenced by the dominance of *Paspalum vaginatum*, a plant of ocean beaches, on the sandy shores of the salinas. But much of the difference in vegetation is probably explained by "pioneer effects," by which the first plant colonists to arrive establish dominance and resist takeover by other species – even when conditions are favorable for many species.

Lower Rio Negro Drainage

Rio Vermelho – upper (N22), middle (N23), lower (N24); Rio Abobral – upper (N25), middle (N26), lower (N27); Rio Negrinho – pasture swamp (N28), bridge (N29); Baía, Fazenda Cáceres (C27); Baía, Estrada da Manga (C28).

In a swampy area at its western end, the Rio Negro splits up: part of the river channels south into the Rio Miranda via the Rio Vermelho and the Rio Abobral, and part of the river continues west into the Rio Paraguai. The Rio Vermelho and Rio Abobral do not have their own drainage. In many ways, they resemble canals with steep banks – and very little

beach development or backwaters – except for the occasional cut-off meander. The vegetation along the two rivers reflects stability: the steep beaches and banks are colonized in large part by the woody sarã: *Alchornea castaneifolia* (Euphorbeaceae), frequently mixed with *Sapium* "*obtusifolium,*" forming dense, nearly impenetrable saranzeiro thickets of leaning branches 4-5 meters tall. These thickets and the scattered *pimenteiral* strips are frequently topped with a web of the vine *Cissus spinosa* (Vitaceae), whose aerial roots hang to the water, giving the appearance of mangroves. These eventually get covered with *Combretum laxum* (Combretaceae) and other climbers, forming extensive pombeiral vine tangles.

Cambará (*Vochysia divergens*) occurs occasionally on the levees, but it is more frequent in dense stands of juveniles colonizing the flooded terraces and savannas. There are only small patches of large tree die-offs, mainly on the levees, where the Cambará is not common. Patches of levee forest that have not been enveloped in vines are rare, and the composition of the vine tangles is very similar to those in the Middle Rio Negro.

Aquatic plants were rare in the upper sites sampled, except for the few amphibious species on the tiny beaches, but they were common in the lowest sites, on narrow, backwater arms of the river, which were covered with floating mats (but no emergents). In contrast, both sites sampled on the Rio Negrinho – a backwater flooded pasture and a swamp – had extensive mats of floating and emergent aquatic plants. The flooded pasture was the only site with *Neptunia* (Fabaceae-Mimosoid), where it was the dominant plant. This site also had a paleolevee, cordilheira, on one side, dominated by *Tabebuia heptaphylla*, with a dense understory of acurí *Attalea phalerata*. This suggests that the flooded pasture is either an incipient baía, or an old, but reinvaded baía.

Rio Taboco
Upper: Córrego São João(N12), Córrego Cerrado (N13).
Middle: Fazenda Taboco (N10), Taboco Swamp (N11).

The sites sampled on the Rio Taboco have their analogs on the Rio Negro drainage; no significant difference was noticeable in the vegetation between the two drainages. The two small córregos or veredas (peculiar ecosystem characterized by clear water streams with abundant aquatic vegetation, typical buriti palms (*Mauritia*), sandy bottoms and adjacent flood areas) in the Upper Taboco watershed were small versions of the higher part of the Upper Rio Negro: streams or marshes on wet sand over sandstone rock, surrounded by cerrado or semideciduous forest, with a narrow line of trees (mostly *Tapirira*) along the bank, and with pockets of emergent aquatic plants such as *Pontederia cordata* var. *ovalis*, *Eleocharis interstincta* and *Cyperus corymbosus*. Distinct species on the wet sand include *Utricularia pumila*, *Bacopa salzmannii*, *Xyris jupicai*, *Drosera* sp., Eriocaulaceae and *Mayaca fluviatilis*.

The nearly unified river at Fazenda Taboco was analogous to the Rio Negro juzante site, with a floodplain forest dominated by *Inga vera* and small beaches, but also a small backwater with some floating *Eichhornia azurea*. The Taboco swamp was analogous to the Brejo do Santa Sofia on the Middle Rio Negro, but with more dry land and increased cattle pressure. The meanders of the stream segments deposited enough sediment to form small levees with groves of *Ficus insipida* and other floodplain forest species. The backwater swamps had extensive stands of emergent *Thalia geniculata*, *Cyperus giganteus*, many grasses and *Polygonum* spp., interrupted by corrixos with floating aquatics, mainly *Eichhornia azurea*.

CONSERVATION AND RESEARCH RECOMMENDATIONS

- Plants more closely associated with cloud forests can be found near permanent waterfalls in the Upper Rio Negro region. The distribution and conservation potential of these species deserve further study.

- The formation of cordilheiras, baías and salinas seems to be unique to the Nhecolândia region of the southern Pantanal, between the Rio Negro and the Rio Taquari to the north. No other area of the Pantanal – or of the world – has such a topographic or ecological system, hence they are worthy of future study and conservation.

- The Cambará (*Vochysia divergens*) – probably the most important timber species of the Pantanal, which also has medicinal properties – can be seen in abundance throughout the Pantanal. Most of the individuals on the floodplains seem to be dead or dying. This does not seem to be the case on the flooded terraces. The widespread die-off is probably the result of natural processes, but further investigation would be necessary to verify this.

- The backwaters of the floodplain of the Middle Rio Negro (excluding the vazantes and baías) with high-density stands of aquatic plants, are also of special importance as breeding grounds for the fishes and macrocrustaceans. This important ecological association should be taken into consideration when making conservation and management decisions.

CHAPTER 4

ZOOBENTHOS SURVEY OF THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Alice Michiyo Takeda, Marcos Callisto Faria Pereira and Francisco Antonio R. Barbosa

SUMMARY STATISTICS

- We have identified 70 taxa. The majority of the individuals were Ostracoda and Nematoda.
- Soils are mostly sandy in higher parts of the alluvial fans and generally contain more clay in areas subject to riverine overflow. Organic matter was relatively high.
- First records in Brasil of: *Pristina synclites, Dero (A.) vagus,* and *Nais variabilis*.
- Prostigmata (true water mites) occurred in all ecosystems except for salinas.
- Ephemeroptera (mayfly) nymphs occurred in lentic and lotic environments, but many species occure seasonally.

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrate communities were assessed at 15 localities. The zoobenthos that feed on algae and microorganisms such as decapods, molluscs, oligochaetes, insect larvae serve as prey for fishes, birds and other vertebrates. Faunistic surveys of the Middle and Lower Rio Negro collected 70 taxa. Most of these taxa are still awaiting identification by museum and university specialists. The highest density of zoobenthos was observed at station N17, especially of Ostracoda (27,440 individuals m^{-2}) and Nematoda (18,570 individuals m^{-2}). The lowest density was found at the salina (station N20, saline or brackish pond not subject to seasonal flooding), 1,923 individuals m^{-2}. The low density is probably due to the extremely high conductivity (7,130 µS cm^{-1}).

Many species, including *Pristina synclites, Dero (A.) vagus,* and *Nais variabilis,* were observed in Brasil for the first time. Prostigmata (true water mites) occurred in different ecosystems (the salina habitat alone recorded no species). Ephemeroptera (mayfly) nymphs occurred in lentic or lotic environments, but the presence of some species depends on the season; *Caenis*, for example, occurred at many stations with a relatively high density during the collection period. Composed of different taxonomic groups with diversified substrate, the benthic community is one of the least known and poorly studied of all aquatic communities. Those of the Rio Negro region are no exception, and more studies are needed.

INTRODUCTION

Zoobenthos are composed of different taxonomic groups, associated with a diversified substrate, and are one of the least known and most poorly studied of all aquatic communities in Brasil. The zoobenthos that feed on algae and microorganisms such as decapods, molluscs, oligochaetes, and insect larvae, serve as prey for fishes, and mammals (e.g., *Nasua nasua* (coati), *Lutra longicaudatus,* Neotropical otter), and birds (e.g., *Ajaia ajaia,* Roseate spoonbill), *Aramus guarauna* (Limpkin), *Mycteria americana* (Wood stork), *Rosthramus sociabilis* (Snail kite) and other species abundant in Rio Negro region. The spatial heterogeneity gives this area a variety of transitional habitats between land and water, which are colonized equally by terrestrial as well as aquatic animals. Most of the stations analyzed showed a high density of aquatic invertebrates.

METHODS

The zoobenthos were sampling at 15 stations (Middle and Lower Rio Negro) from August, 26 through September 8, 1998 with a modified Petersen grab (0.0345 m^2). At each station, four samples were taken, three for biological

analysis and one for analysis of sediment (granulometry and organic matter content).

The granulometric texture was determined according to Wentworth Scale (Wentworth, 1922). Organic matter content was determined from a 10 gram sediment sample incinerated at 560°C for 4 hours in a muffle furnace. The three samples for biological analysis were washed through a 0.2 millimeter sieve then fixed in 10% formalin. Samples were sorted under a stereomicroscope.

Table 4.1. Sampling stations for benthic macroinvertebrates.

Georeference Number	Locality
Middle Rio Negro Region	
N15	Corixo da Ariranha
N16	Corixo Santo Antonio
N17	Brejo do Santa Sofia
N18	Rio Novo
N19	Baía Bonita (Fazenda do Rio Negro)
N20	Salina
N21	Rio Negro (arm)
Lower Rio Negro Region	
N22	Fazenda Xaraes –Rio Vermelho
N23	Rio Vermelho
N24	Rio Vermelho (arm)
N25	Rio Abobral
N26	Rio Abobral
N27	Rio Abobral (arm)
N28	Rio Negrinho
N29	Rio Negro

RESULTS AND DISCUSSION

Sediment analysis

The Pantanal's thick alluvial deposits are derived largely from readily erodible sand-stones (Klammer, 1982). The predominance of fine sand was consistent throughout the Middle and Lower Rio Negro stations with the exception of stations N15 and N17, where coarser sand was dominant (Fig. 4.1).

Floodplain soils are variable but generally contain more clay in areas subject to riverine overflow. Higher parts of the alluvial fans tended to be sandy, which includes many areas subject to flooding by local rainfall (RADAMBRASIL, 1982; Hamilton et al., 1997). Only station N28 was predominatly mud, probably due to its being covered by vegetation.

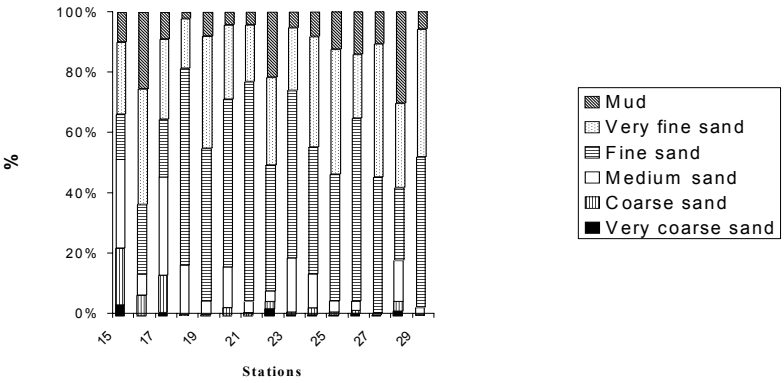


Figure 4.1. Granulometric texture.

The organic matter percentage of the stations was relatively high, especially at Station N28 due to a high level of aquatic macrophytes (Fig. 4.2). The values of sediment organic matter was similar to those recorded for the alluvial plain of the Rio Paraná as cited by Takeda and Grzybkowska (1997) and Montanholi- Martins and Takeda (1999).

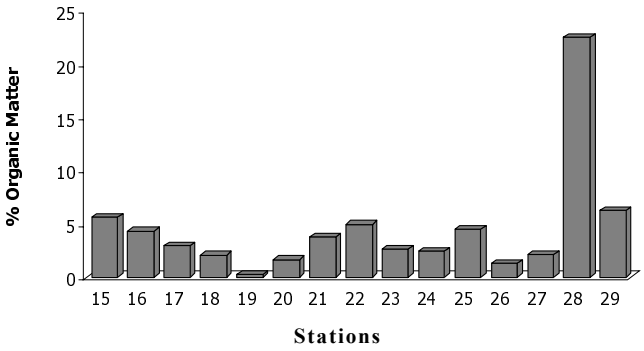


Figure 4.2. Percentage of organic matter.

Zoobenthos occurrence

Faunistic surveys of the Middle and Lower Rio Negro collected 28 taxa when categorized at higher taxonomic levels (Table 4.2). We were unable to provide more detailed identifications due to time constraints.

The highest density of zoobenthos was observed at station N17 (Map 3), especially concerning Ostracoda (aquatic crustacea) with 27,440 individuals m^{-2}, and Nematoda (roundworms) with 18,570 individuals m^{-2}. The lowest density was at N20 (Salina) with 1,923 individuals m^{-2}, probably due to the extremely high conductivity (7,130 v S cm^{-1}) (Fig. 4.3).

Table 4.2. Benthic invertebrates found in the Middle and Lower Rio Negro

	Sampling Stations														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Bryozoa		*												*	
Rotifera		*	****	*	****								*	*	
Hydra			*				*								
Nematoda	***	****	****	**	****	*	****	**	****	**	****	****	****	****	***
Nemertea									*						
Gastropoda					*			*					*		*
Bivalvia	*	*	*	*							*	*			
Oligochaeta	***	***	****	*	****		****	****	***	*	****	****	****	**	***
Hirudinea	*	*	*												
Prostigmata	*	*	*	*	****		*	*	**	*	*	*	**	*	*
Conchostraca											*			*	*
Cladocera	*	*	**	*	*	*	*		*	*	**	*	**	****	**
Ostracoda	*	***	****	****	***		*	*	****	*	****	**	*	****	*
Cyclopoida	*	*	**	*	****	*	*	*	*	*	*	*	*	**	*
Calanoida	*	*	*	*	****		*				*			*	*
Harpacticoida	****		****						*		*	*	*		
Decapoda	*														
Collembola					*		*						*		
Ephemeroptera	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Odonata		*			*	*			*					*	*
Trichoptera	*	*	*	*	*			*			*		*	*	*
Hemiptera		*	*			*			*		*		*	*	*
Homoptera							*						*		
Diptera			*	*		*		*	*	*	*			*	*
Ceratopogonidae	****	*	**	*	**	*	*	*	*	*	*	**	***	*	*
Chaoboridae		*									*				
Chironomidae	***	*	****	**	***	*	**	*	***	**	***	****	****	**	*
Coleoptera	*		*		*	*		*	*		*			*	*

Density (individuals/ m^2)
* (1-1000); ** (100 – 2000); *** (200 – 3000); ****(>3000).

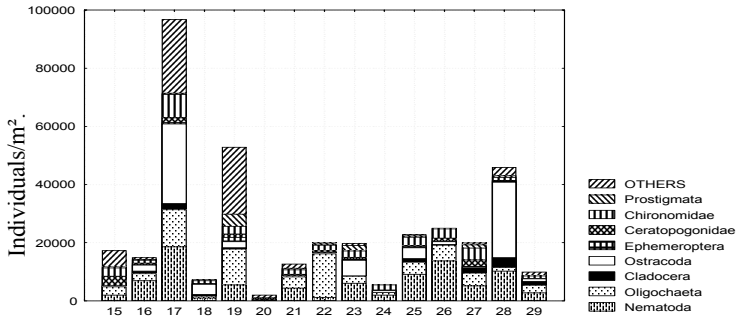


Figure 4.3. Sampling Station/Density of zoobenthos taxa.

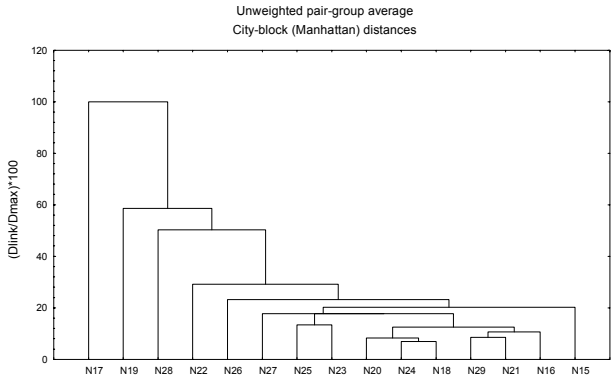


Figure 4.4. Cluster diagram, UPGMA, for similarities among the 15 stations.

The cluster diagram (Fig. 4.4) shows only 5 different stations: group I, II, III and IV with just only one stations N17, N19, N28, N22 respectively and group V with 11 stations , because of high level taxa. This analysis was used to define the group of similar stations on the DCA diagram.

The Detrended Correspondence Analysis (DCA) with eigenvalues 0.404 (Axis 1) and 0.164 (Axis 2), showed 5 groups caused by taxonomic composition and their density (Fig. 4.5.A, B). The group A, formed by Prostigmata, Ephemeroptera, Cyclopoida, Odonata and Calanoida, characterized the baía of Rio Negro (seasonal lakes or ponds generally isolated from the river system except in times of flooding). It is isolated from the main channel and sheltered many taxa with relatively high densities.
The majority of stations grouped as B with predominance of the Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda and Harpacticoida that are abundant in more benthic environments.

Stations N17, N18 and N28 (Group C) are distinct because Ostracoda density was exceptionally high. Station N28 had a greater quantity of organic matter, therefore a high consumption of dissolved oxygen which does not favor benthic organisms. Because maority species of Ostracoda are epibenthic, they can escape from the hypoxic condition. In addition, these hypoxic conditions probably eliminated most invertebrate predators of Ostracoda. At Station N17, samples were taken very close to vegetation and yielded species such as *Polygonum ferrugineum* and *Eleocharis minima* at the banks of station N18, *Panicum elefantipes* was abundant. The majority of Ostracoda species are often associated with macrophytes.

Station N22 (Group D) differed from others stations due to the fact that all the oligochaetes found were *Narapa bonettoi,* a small oligochaete without setae which lives between grains of sand. This species, described by Righi and Varela (1983) as a new family, genus and species, had only been found in the Rio Paraná region until now. Marchese (1987) characterized *N. bonettoi* as rheophilic and psammophilic, and observed high densities of this species in the main and secondary channels of the Middle Paraná. According to Marchese (1994), *N. bonettoi* can reproduce sexually and asexually at the same time, an uncommon phenomenon among oligochaetes, but which would be a reproductive strategy for survival in locations of rapid currents with unstable sediments.

Although Table 4.3 shows only preliminary identification results, we can verify many species. For some, such as *Pristina synclites*, *Dero (A.) vagus* and *Nais variabilis*, it is their first record in Brasil.

Prostigmata (true water mites) occur in the benthic environment of a variety of ecosystems (Viets, 1954). According to Mitchell (1960), the success in colonization of different environments is due to dispersal both by hosts in the larvae stage, and as adults they are able to migrate with insects, birds, etc. to other places. The salina (N20 saline or brackish pond not subject to seasonal flooding) was a unique station where no species of water mites were collected (Table 4.4).

Ephemeroptera (mayfly) nymphs occur in lentic and lotic environments, but their distribution and occurrence are seasonal (Nolte et al., 1996; Nolte et al., 1997). Species of nymphs such as *Caenis* occurred at various stations in relatively high densities. In the salina (N20), *Baetis* and *Callibaetis* were observed, suggesting that these larvae are able to withstand high electrical conductivities (Table 4.5).

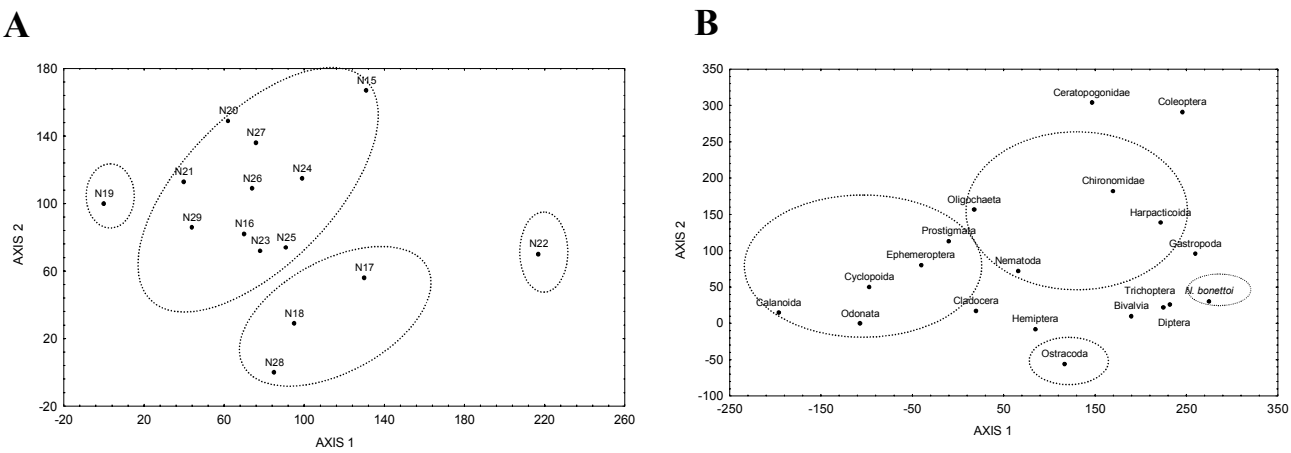


Figure 4.5. DCA ordination of collection sites (A)/ density of organisms (B).

Table 4.3. Oligochaeta species found in benthos of the Middle and Lower Rio Negro.

	Sampling Stations										
TAXA	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**
Opistocysta serrata						*			*		
Pristina americana	*		*			***		*	***	*	
Pristina aequiseta						*			*		
Pristina macrochaeta		*									
Pristina proboscidea		*				*			*		
Pristina synclites						*			*		
Stylaria sp.									*		
Dero (*A.*) *borelli*		*				*					
Dero (A.) vagus		*									
Dero (D.) digitata						*			*		
Dero (D.) furcatus									*		
Dero (D.) multibranchiata									*		
Dero (D.) pectinata						*			**		
Dero (D.) righii		*									
Slavina evelinae						*			*		
Slavina trivandrana		*									
Nais variabilis									*		
Stephensoniana trivandrana					*			*			
Blatislavia unidentata		*				*					*
Pristinella longidentata	*					*			*		
Pristinella osborni		*				*					
Aulodrilus adetus		*									
Aulodrilus pigueti			*			*			*		
Bothrioneurum americanum	*				*				*		*
Paranadrilus descolei		*	*								
Narapa bonettoi		****		*			****	**	*		
Brinkhurstia americanus									*		
Enchytraeidae						*				*	

Density (individuals/ m^2)
*(1-100); **(101-200); ***(201-300);****(>300)

CONCLUSIONS

Environmental complexity and high organism diversity are common characteristics in tropical and subtropical ecosystems, whether terrestrial or aquatic. Composed of different taxonomic groups with a diversified substrate, the benthic community is one of the least known and most poorly studied of all aquatic communities (Takeda et al., 1997). The roles that numerous species of benthic invertebrates play in sustaining other taxonomic communities are completely unknown. According to Cummins and Merrit (1984), many species of lotic organisms have adapted through millions of years of evolution and 10,000 or more years of population acclimatization. The species of the alluvial plain of the Rio Negro are no exception, and more studies are needed.

RECOMENDATIONS FOR CONSERVATION AND RESEARCH

- The majority of the sampling stations presented high densities of aquatic invertebrates. Higher densities of zoobenthos were registered in the swamps of the Fazenda Santa Sofia (N17), Baía Bonita (N19) and Rio Negrinho (N28). The habitats of some of these stations are varzea or small secondary channels of the rivers, and demonstrate that those environments are important to conservation of zoobenthos biodiversity.

- The lowest density of zoobenthos was registered in the salina (N20), probably because of the high values of

Table 4.4. Prostigmata genera (water mites) found in benthos of the Middle and Lower Rio Negro.

	Sampling Stations														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Hydrodroma			*							*					
Limnesia	*	*	*	*	**		*	****	****	*	*		***	*	*
Unionicola		*	*						*		*		**	*	*
Neumania		*	*		*		*		*				*	*	
Koenikea	*	*	*		****		**	*	****	*	*		****	*	*
Arrenurus	*	*	*		*		*		*		*		*	*	
Hydrocetes	*	*	****	*	*		**	*	****	*	**	*	*	***	
Piona	*	*													
Trombidiformes			*						**		*				
Immature	**			*					*		*		*		
Not identified				*			*		**		*		*	*	

Density (individuals/ m^2)
*(1-100); **(101-200); ***(201-300);****(>300)

Table 4.5. Ephemeroptera (mayfly) nymphs found in benthos of the Middle and Lower Rio Negro.

	Sampling Stations														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Baetidae	*	*	*	*	****							*			
? Baetis			*			*									
Callibaetis						*									
Cloeodes										*					
Caenis	*		*		****		****	*	*		**	*	*	****	*
Farrodes			*						*						
Campsurus	*		*								*	*	*	*	*
Tricorythodes					*		*	*	*						

Density (individuals/ m^2)
*(1-100); **(101-200); ***(201-300);****(>300)

conductivity in that station. More research is necessary in the "salinas" because they are very distinctive ecosystems and few studies were conducted in these environments.

- The benthic community was composed of different taxonomic groups, however it is one of the least studied aquatic taxonomic groups in Brasil. The benthos of the Rio Negro are not exception, thus, a great deal of research is still necessary.

LITERATURE CITED

Cummins, K.W. and R.W. Merrit. 1984. Ecology and distribution of aquatic insects. *In* An introduction to the aquatic insects of North America. Pp. 59-65. R.W. Merrit and K.W. Cummins (eds.). Kendall/ Hunt. Dubuque, Iowa.

Hamilton, S.K., S.J. Sippel, D.F. Calheiros, and J.M. Melack. 1997. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. Limnology and Oceanography 41:257-272.

Klammer, G. 1982. Die paläowuste des Pantanal von Mato Grosso und die pleistozäne Klimageschiche der brasilianischen Randtropen. Z. Geomorpholo. N.F. 26:393-416.

Marchese, M. R. 1987. The ecology of some benthic Oligochaeta from the Paraná River. Hydrobiologia 155: 209-214.

Marchese, M. R. 1994. Population dynamics of *Narapa bonettoi* Righi and Varela, 1983 (Oligochaeta: Narapidae) from the main channel of the Middle Paraná River, Argentina. Hydrobiologia 278: 303-308

Mitchell, R. 1960. The evolution of thermophilous water mites. Evolution 14:361-377.

Montanholi-Martins, M.C. and A.M. Takeda. 1999. Communities of benthic oligochaetes in relation to sediment structure in the Upper Paraná River, Brasil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 34:52-58.

Nolte, U., R.S. Tieböhl, and W.P. McCafferty. 1996. A mayfly from tropical Brasil capable of tolerating short-term dehydration. Journal of the North American Benthological Society 15:87-94.

Nolte, U, M.J. Oliveira, and E. Sturs. 1997. Seasonal, discharge – driven patterns of mayfly assemblages in a intermittent Neotropical stream. Freshw. Biol. 37:333-343.

RADAMBRASIL. 1982. Project RADAMBRASIL. Sheet SE.21 Corumbá. Geology, geomorphology, soils, vegetation and potential land use [in Portuguese]. Min. Mines Energy, Rio de Janeiro. 448 pp.

Righi, G. and Varela, 1983. *Narapa bonettoi*, gen. nov., sp. nov. (Oligochaeta, Narapidae, Fam. nov.) de água doce da Argentina. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 14:7-15

Takeda, A. M., G. Shimizu, and J. Higuti. 1997. Zoobentos da planície aluvial do alto rio Paraná. *In* A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, químicos, biológicos e sócio-econômicos. A.A Agostinho, A.E.M. Vazzoler, and N.S. Hahn (eds). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Takeda, A.M. and Grzybkowska, M. 1997. Seasonal dynamics and production of *Campsurus violaceus* nymphs (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baía River, upper Paraná River floodplain, Brasil. Hydrobiologia 356:149-155.

Viets, K. 1954. Süsswassermilben (Hydrachnellae – Acari) aus Südamerika. Archiv für Hydrobiologie 49:1-224.

Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology 30:377-392.

CHAPTER 5

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF DECAPOD CRUSTACEANS IN THE RIO NEGRO BASIN, PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Célio Magalhães

SUMMARY STATISTICS

- The macrocrustacean fauna sampled in the Rio Negro basin, Upper Rio Taquari and Upper Rio Miranda consisted of ten species, belonging to seven genera and two families – shrimps (Palaemonidae) and crabs (Trichodactylidae).
- Shrimp species included: *Macrobrachium amazonicum, M. brasilense, M. jelskii, Palaemonetes ivonicus, Pseudopalaemon* sp. 1 and *Pseudipalaemon* sp. 2. The following crabs were collected: *Dilocarcinus pagei, Sylviocarcinus australis, Trichodactylus borellianus* and *Valdivia camerani.*
- The species *Macrobrachium jelskii* and *Palaemonetes ivonicus* were recorded for the first time in the Pantanal of Mato Grosso do Sul during this expedition.
- This AquaRAP expedition also recorded the first occurrence of the genus *Pseudopalaemon* in the Pantanal, with two possible distinct forms (the small number of individuals collected, mainly juveniles and immature forms do not allow for definitive identification).
- A species of Conchostraca, a small crustacean of the periphyton, and at least three species of Branchiura, were also found parasitizing three different types of carnivorous fishes.
- A species of a cave dwelling crustacean, *Potticoara brasiliensis* (Pires, 1987), one of the three species of the order known as Spelaeogriphacea and the only species ever described in Brasil is endemic to the Blue Lagoon Cave (near the town of Bonito, Mato Grosso do Sul).

ABSTRACT

A preliminary survey of the Crustacean (Decapod) fauna was carried out at 59 sampling stations of four rivers draining the Pantanal of Mato Grosso do Sul. Thirty-four stations were sampled along the length of the Rio Negro, but only the upper portions of the Rio Taquari (eight stations), Rio Aquidauana (three stations) and Rio Miranda (14 stations) were sampled. The habitats sampled consisted of rivers, creeks, waterfalls/rapids, baías (seasonal lakes or ponds generally isolated from the river system except in times of flooding), brackish water bays, remansos (abandoned meanders formed by the lateral arm of a river, which may be linked to the main river by a passage or a channel) and swamp. The microhabitats studied included beach, bank, submersed leaf litter, aquatic vegetation, marginal vegetation, rocky substrate and wooded debris. The survey was strictly qualitative and performed both manually and by using seine nets, hand nets, and traps.

Overall, a total of 10 species were encountered, six of which were shrimps from the crustacean family Palaemonidae and four of which were crabs from the family Trichodactylidae. The shrimp *Macrobrachium amazonicum* was the most recurrent and abundant species collected. The first occurrence of the genus *Pseudopalaemon* in Pantanal was registered during this survey. The species *Macrobrachium jelskii* and *Palaemonetes ivonicus* were also recorded in the Pantanal of Mato Grosso do Sul for the first time during this expedition. The habitats and microhabitats sampled indicated good conservation status, even though some areas exhibited some environmental impact such as deforestation, silting and forest fires.

INTRODUCTION

The crustaceans (decapods) found in the Pantanal of Mato Grosso do Sul belong to two families of shrimps (Palaemonidae and Sergestidae) and one crab family (Trichodactylidae). They consist of what Rodríguez (1981) called low plains fauna, as they inhabit bodies of water which rarely exceed 300 meters in altitude. Decapods are of great importance to the ecological processes of aquatic environments – acting at the different levels of the trophic chain as herbivores, predators, decomposers and prey for other groups (Beissinger et al., 1988; Benetton et al., 1990; Goulding and Ferreira, 1984; Magnusson et al., 1987; Walker 1987, 1990). These crustaceans constitute a complex group of conspicuous organisms in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, with the shrimps representing an important food resource for carnivorous fishes of the region (Resende et al., 1996).

There is little known about the shrimp and crab fauna of the Pantanal of Mato Grosso do Sul, since literature is scarce and the majority of the few existing records are based on old sporadic surveys. Rare information about decapods in the area studied during the AquaRAP expedition is given by Gomes-Corrêa (1977), recording the shrimp *Macrobrachium amazonicum* at the Rio Miranda, for example. Also, Magalhães (1991) and Magalhães and Türkay (1996) record the occurrence of Trichodactylidae crabs in the watershed of the same river. In the Pantanal and surrounding areas, *M. amazonicum* has been recorded in the Rio Paraguai, in the towns of Cáceres (Moreira 1912) and Descalvado (Holthuis, 1952), and *M. brasiliense* has been discovered in the city of Cuiabá (Nobili, 1901) and the town of Nioaque (Lemos de Castro, 1985). Zwink (1990) recorded the shrimps *M. brasiliense, M. jelskii* and *Palaemonetes ivonicus* in the northern Pantanal and in the headwaters of rivers draining this wetland in southwestern Mato Grosso. Records of the crabs Trichodactylidae were made in this area by Zwink (1990), Magalhães (1991), Rodriguez (1992) and Magalhães and Türkay (1996).

The AquaRAP expedition to the Rio Negro watershed and headwaters region of the Pantanal of Mato Grosso do Sul has accomplished one of the most thorough and systematic collections of crustaceans (decapods) ever carried out in Pantanal, as well as being the first survey for this group in the region. The expedition results will be of great value for a better understanding of the species composition and distribution in the Rio Paraguai watershed, as well as offering valuable information about the overall status of the Rio Negro watershed and sustainable use of the region's natural resources.

METHODS

The expedition was carried out between August 24 and September 14, 1998 by two teams: one team of crustacean specialists surveyed several stations along the Rio Negro watershed, while the other team, composed of ichthyologists, sampled the headwaters of some of the rivers forming the Pantanal of Mato Grosso do Sul (upper portions of the Rio Taquari, Rio Miranda and Rio Aquidauana). The sampling stations were confined into the seven large regions, succinctly described below.

List of sampling regions:

Upper Rio Taquari

Rivers and creeks belonging to the Rio Taquari watershed, bordering the town of Costa Rica. The planalto (plateau region surrounding the Pantanal wetland) area has creeks with well defined banks, moderate to strong currents of sandy and rocky bed, and grassy riparian vegetation stretching to the main channel of the water body.

Upper Rio Aquidauana

Rivers and creeks of the Rio Aquidauana watershed next to the towns of Corguinho and Aquidauana. Physical characteristics of the area are similar to the above.

Bodoquena (Upper Rio Miranda)

Rivers and creeks of the Rio Miranda watershed, along the Serra da Bodoquena, in the towns of Bonito and Bodoquena. The area is similar to the Upper Rio Taquari region; transparent and alkaline rivers with moderate to strong currents, entangled branches and fallen tree trunks on sandy and rocky (pebble) beds. The banks are well defined margins with riparian vegetation present including marginal vegetation which reaches over the water, and the presence of aquatic floating and submerged vegetation.

Upper Rio Negro

Rivers near the town of Rio Negro, bordering the eastern side of the Pantanal floodplain. The river is representative of those of the planalto, with meanders and variable widths, waterfalls and rapids present, well defined banks alternating beaches and gullies. The river bed is rocky (rocks and pebbles) to sandy-silty; water is clear to dark and the currents are moderate to strong. Riparian vegetation is present with some disturbed areas – grassy marginal vegetation reaches above water with the presence of some small banks of submerged leaf litter and floating and submerged aquatic vegetation.

Middle Rio Negro

This biological region is subdivided into two discontinuous areas within the Pantanal low plain. Site 1:

Meandering rivers with well defined margins, occasional gullies, beaches and remansos. River beds are mainly sand and silt, and the water is clear to dark with weak to moderate currents. Riparian vegetation is present, but with eventual disturbances, and marginal grassy vegetation reaching above water, along with submerged litter banks, floating and submerged aquatic vegetation. Site 2: Contains swamps with areas flooded to various extents. There is abundant rooted and floating aquatic vegetation present, and the water is clear to dark with weak currents and a sandy to silty bed with large quantities of plant detritus.

Lower Rio Negro

Rivers and swampy areas near Passo do Lontra, along the highway between the Nhecolândia region and the BR-262 road, reaching part of the lower Rio Miranda basin. The area has river and swamps similar to those described for the previous site.

Taboco

Rivers and creeks inside the area of the Fazenda Taboco and between the Rio Negro and Cipolândia road, along the eastern transition side between the planalto and low plains of the Pantanal. Small creeks run along gallery forests with rocky bed, and rooted aquatic vegetation. The meandering river has well defined banks, occasional gullies, beaches and remansos, similar to those described above, although some marginal areas are flooded to variable extents and have large rooted and floating aquatic vegetation.

Habitats and Microhabitats Surveyed

The survey was carried out in seven distinct habitats, according to their hydrologic and geomorphologic characteristics: river, creek, waterfall/rapids, baía, brackish water lagoon, remanso (abandoned meander formed by a lateral arm of the river, might be linked to the main river by a passage or channel) and swamp (including brejos or charco – generally level areas with slight depressions of variable extent and with abundant rooted and floating aquatic vegetation). Within these habitats, the primary microhabitats were: beaches (sandy or silty), marginal gullies, submersed leaf litter, aquatic vegetation (especially roots of floating macrophytes), marginal riparian vegetation, rocky substrate and woody debris (tangled branches from dead trees, which may or may not be submerged).

Collecting Method

The materials used for collection were a small seine net (5 meters in length by 2 meters high in the central part, 5 millimeters mesh size), hand net (2 millimeters mesh size) and traps. Nocturnal manual collecting, aided by flashlights was carried out to capture crabs on marginal areas and swamps. Periphyton and parasitic microcrustaceans were also collected manually with the help of forceps. The survey was strictly qualitative and no attempts were made to standardize the procedures.

The specimens were fixed and stored in 70% ethanol and then identified using descriptions by Holthuis (1952), Gomes-Corrêa (1977), Kensley and Walker (1982), Rodríguez (1992) and Magalhães and Türkay (1996). The majority of the sampled material can be found in the Crustacean Collection of the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Manaus, AM, Brasil), but corroborative specimens will be kept at EMBRAPA (Corumbá, MS) and in the Zoological Collection of the Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS, Campo Grande, MS, Brasil). A brief description of each species, including habitat, microhabitat, general geographic distribution, occurrence in Pantanal and surrounding areas, and other general observations, can be found in Appendix 5.

RESULTS AND DISCUSSION

Regional Overview

Upper Taquari Region

In the Upper Taquari, sampling was carried out on a sandy creek bed with woody debris and marginal vegetation (Table 5.1). Only one species of shrimp was collected (*Macrobrachium brasiliense*) (Table 5.2). Although lower species richness is expected in the headwaters, the presence of only one species does not necessarily indicate a reduction in decapod fauna. This restricted result was probably due to the short sampling period, the time of collection (diurnal rather than nocturnal, when the crustaceans are more active), seasonal factors, and the techniques used (seine net only).

Upper Aquidauana Region

No crustacean specimens were collected in the Upper Aquidauana region.

Upper Miranda Region

In the Bodoquena/Upper Miranda region, decapods were collected in rivers and creeks (Table 5.1). The headwater ichthyology team noted no specific information about the use of microhabitats by decapods. Two shrimp species (*Macrobrachium brasiliense* and *Pseudopalaemon* sp. 2) and one crab species (*Sylviocarcinus australis*) were collected in this region (Table 5.2). The same sampling limitations described for the Upper Taquari region apply to this region as well. The small cave dwelling crustacean, *Potiicoara brasiliensis*, although not collected during this expedition, is the only known species of the order Spelaeogriphacea described from Brasil. Occurring at the Blue Lagoon Cave, it is one of the three species known to date to be endemic to this region (Pires, 1987).

Table 5.1. Decapod crustacean distribution according to habitats and microhabitats sampled

Taxa	Habitats sampled							Microhabitats sampled						
	River	Creek	Waterfall/ rapids	Baía	Brackish water bay	Remanso	Swamp	Beach	Gully	Submersed leaf litter	Aquatic vegetation	Marginal vegetation	Rocky substrate	Wooded debris
Family Palaemonidae														
Macrobrachium amazonicum	■			■		■	■	■			■	■		
Macrobrachium brasiliense	■	■								■	■	■	■	■
Macrobrachium jelskii	■										■	■		
Palaemonetes ivonicus							■				■			
Pseudopalaemon sp. 1						■				■	■			
Pseudopalaemon sp. 2	■					■				■	■	■		
Family Trichodactylidae														
Dilocarcinus pagei						■	■				■			
Sylviocarcinus australis	■	■				■	■	■	■		■			■
Trichodactylus borellianus	■					■	■			■	■			■
Valdivia camerani	■													■

Table 5.2. Decapod crustacean distribution according to regions sampled.

Taxa	Sampling Regions						
	Upper Taquari River	Upper Aquidauana River	Bodoquena (Upper Miranda River)	Upper Rio Negro	Middle Rio Negro	Lower Rio Negro	Taboco
Family Palaemonidae							
Macrobrachium amazonicum				■	■	■	■
Macrobrachium brasiliense	■						■
Macrobrachium jelskii							■
Palaemonetes ivonicus					■		
Pseudopalaemon sp.1					■	■	
Pseodopalaemon sp.2			■	■		■	■
Family Trichodactylidae							
Dilocarcinus pagei					■	■	■
Sylviocarcinus australis			■	■	■		■
Trichodactylus borellianus					■	■	■
Valdivia camerani					■		
Total number of species	**1**	**-**	**2**	**3**	**7**	**5**	**7**

From reports by the headwater ichthyology team, this region appears to have greater productivity than the headwater regions of the Rio Taquari and Rio Aquidauana. Among other factors, it is possible that the larger calcium concentration found in this region encourages the development of crustacean populations.

Upper Rio Negro Region

In the Upper Rio Negro region, sampling was carried out in rivers, creeks and waterfalls/rapids. Crustaceans were collected by marginal vegetation (Table 5.1). The sampling of other microhabitats, including woody debris (in this case, holes and slits in trunks and submersed rotten branches) and rocky substrate (slits and spaces under and between rocks and pebbles on the riverbed), did not reveal any decapods.

Two species of shrimps (*Macrobrachium amazonicum* and *Pseudopalaemon* sp. 2) and one crab (*Sylviocarcinus australis*) were recorded (Table 5.2). The sampling limitations described previously may have effected the evaluation of the biological richness of this region. For instance, *M. brasiliense*, a species commonly found in headwater habitats, was absent. It is interesting to emphasize that no decapods were collected in waterfalls and rapids of the region's rivers.

The number of specimens collected suggests a low productivity at the sampled stations. However, this low productivity may be related to factors such as: (i) season – the dry season is not the most favorable period for the development of the shrimps/crabs populations due to a reduced availability of food and habitats and an increase in predation; (ii) water quality – more acidic environments are normally not ideal for the development of crustacean populations.

Middle Rio Negro Region

In the Middle Rio Negro region, the habitats explored were rivers, creeks, remansos, baías, brackish water bays and swamps. Crustaceans were found in the microhabitats formed by the marginal vegetation, aquatic vegetation, submersed leaf litter, wooded debris, beach and marginal gullies (Table 5.1). The parasitic crustaceans collected were found in the gill slits of host fishes. No crustaceans were encountered in the brackish water bays explored.

Of the three shrimps species (*Macrobrachium amazonicum*, *Palaemonetes ivonicus* and *Pseudopalaemon* sp.1) and four crabs species (*Dilocarcinus pagei*, *Sylviocarcinus australis*, *Trichodactylus borellianus* and *Valdivia camerani*) that occur in this region (Table 5.2), *P. ivonicus* and *V. camerani* were found only in this region. In addition to these decapods, specimens of Conchostraca were found on the roots of floating macrophytes (*Eichhornia* spp.), and crustaceans of the Branchiura subclass (*Dolops* spp.) were found parasitizing the fish *Salminus maxillosus* (dourado) and *Pygocentrus nattereri* (piranha). The previously discussed sampling limitations also apply to this region.

The majority of the habitats surveyed had relatively low productivity, with exception of normal baías where productivity was medium. The same factors with respect to season and water quality could be responsible for this low productivity. The baías, with their stationery waters and large areas of floating macrophytes, offer very favorable conditions for the development of *M. amazonicum* populations, a species of shrimp mainly associated with lentic environments.

Lower Rio Negro Region

In the Lower Rio Negro region, sampling was carried out in rivers, remansos and swamps. Crustaceans were found in the following microhabitats: aquatic vegetation (especially roots of *Eichhornia* spp.), submersed leaf litter, woody debris (including slits and holes in submersed and exposed rotten branches, near the water line) and sandy-silty beaches (Table 5.1).

Three shrimp species (*Macrobrachium amazonicum, Pseudopalaemon* sp. 1 and *Pseudopalaemon* sp. 2), and two crab species (*Dilocarcinus pagei* and *Trichodactylus borellianus*) were recorded (Table 5.2). A positive identification of *Pseudopalaemon* spp. is still not possible due to the low number of specimens collected, the great majority of which were either juveniles or immature forms. Another crustacean (subclass Branchiura) – a fish ectoparasitic – was collected from the fish *Hoplias malabaricus*. The sampling limitations previously mentioned are also applicable to this region.

The majority of stations sampled presented a relatively low productivity. The same factors already discussed which apply to season and water quality could be responsible for this low productivity.

Taboco Region

In the Taboco region, sampling was carried out in rivers, creeks, remansos, baías and swamps. The microhabitats where crustaceans were found included: aquatic vegetation, submersed leaf litter, woody debris (including slits and holes in submersed rotten branches), sandy beach, silty beach and riverbanks (Table 5.1). The creeks sampled in this region did not have any crustaceans.

This region presented the highest diversity of species, with four shrimp species (*Macrobrachium amazonicum, M. jelskii, M. brasilinse* and *Pseudopalaemon* sp. 2) and three crab species (*Dilocarcinus pagei, Sylviocarcinus australis* and *Trichodactylus borellianus*). Although one of the species of shrimp, *M. jelskii*, occurred only in this region (Table 5.2), the habitats and microhabitats sampled here were not significantly different from sampling sites in other regions. The sampling limitations already mentioned also apply for this region.

The majority of stations sampled indicate a relatively low productivity. The same factors related to season and water quality which have already been mentioned may be the cause of this low productivity.

BIOLOGICAL AND ZOOGEOGRAPHICAL ASPECTS

The crustacean decapod fauna composition of the Rio Negro watershed is very similar to the Rio Paraguai watershed (C. Magalhães, data not published). Species like the shrimp *Acetes paraguayenses* (Sergestidae) and the crabs *Zilchiopsis oronensis* and *Poppiana argentiniana* (Trichodactylidae) were not recorded during this survey, but it is possible that they occur in the Rio Negro since the habitats occupied by these species are similar to the habitats where they have been recorded. The absence of these species in the survey could be due to sampling techniques (little sampling time in each station) or undetermined seasonal factors. The presence of *A. paraguayensis* is difficult to characterize due to their tendency to form dense ephemeral groups of individuals in restricted places.

M. amazonicum was the most frequent and abundant species sampled. It occurred in all the sampled sites of the Rio Negro watershed, but was absent from the headwater regions (Table 5.2). This species occurs mainly in lentic environments, often associated with the aquatic vegetation common in this region. The largest quantity of specimens were collected from baías and swamps, although some were also collected in rivers at clean beach zones with floating vegetation. Not abundant, but frequent, were the crabs *S. australis* and *T. borellianus,* and their occurrence is associated with several microhabitats within the habitats sampled (Table 5.1).

This fauna has much in common with those found in other South American basins, where large flooded areas like the Pantanal are found. Shrimp species like *M. amazonicum, M. brasiliense, M. jelskii* and *P. ivonicum* are also found in the Amazon and Orinoco rivers (Coelho and Ramos-Porto, 1985; López and Pereira, 1996). The two species of *Pseudopalaemon* are possibly endemic to the Pantanal, and as they are not similar to those previously described, they are probably new to science. However, a definitive conclusion will only be possible after the examination of several specimens. As for the crab species, only *D. pagei* and *T. borellianus* occur in other hydrographic basins (such as the Amazon), but are not found in the Orinoco basin. The remaining species, *S. australis* and *V. camerani,* live exclusively in the Rio Paraguai and lower Rio Paraná (Rodríguez, 1992; Magalhães and Türkay, 1996).

CONSERVATION IMPLICATIONS

Upper Taquari Region

From the short time spent in this region, it is difficult to evaluate threats and consequences to the decapod fauna. However, the analysis carried out by the headwater ichthyology group may be applied to crustaceans, considering the similarity between the habitats occupied by these two groups (see Chapter 6). It is recommended that further, detailed studies should be carried out on the biology and ecology of crustacean species. An incentive program should be established to encourage research by local institutions (UFMS, EMBRAPA, and private universities).

Upper Miranda Region

As mentioned above, analysis carried out by the headwater ichthyology team may be applied to crustaceans, taking into account the similarity between the habitats occupied by these two groups. Due to the peculiarity of the geomorphology and hydrology of the region, including a large number of caves and rivers of chemical composition distinct from the rest of the region, it is likely that the crustacean fauna is more diverse and particular than indicated by this preliminary survey. A careful and detailed survey of the crustacean fauna is recommended.

Upper Rio Negro Region

The habitats occupied by crustaceans, were in generally good conservation status. The main threats to the aquatic environment, that may affect the decapod fauna, are deforestation and silting of rivers and remansos. This would decrease or limit the microhabitat availability for shrimps and crabs, as well as the availability of food on the aquatic vegetation to the detriment of population development.

The region has good potential for ecotourism due to the number of waterfalls and its beauty. A program should be developed to guide and control ecological tourism in the region. Monitoring of riparian vegetation according to local legislation should also be intensified, and campaigns that promote environmental education and raising the local population's awareness of the importance of headwater regions should be encouraged. Studies attempting to recover impacted areas should be promoted.

Middle Rio Negro Region

The habitats occupied by crustaceans generally had good conservation status. Possible threats to the decapod fauna include deforestation of the riparian vegetation and silting of river beds and baías, as well as forest fires along marginal areas. Continuing and/or intensifying these activities would present danger to crustacean populations on a middle and long term basis. The degradation of baías and remansos would be particularly harmful, since they contain major developments of floating aquatic vegetation that support the larger biomass of shrimps and crabs.

The great flooded area of the Brejo do Santa Sofia, with its large quantity of aquatic vegetation and remansos, offers very favorable conditions for the productivity and diversity of crustacean decapods. If other species also benefit from such conditions, then this area deserves special attention when conservation measures are taken.

A detailed faunal survey is recommended.

Lower Rio Negro Region

The habitats occupied by crustaceans were generally in reasonable conservation condition. Some areas showed evidence of marginal deforestation – for instance, the Rio Negrinho swamp pasture extended all the way to the water body, and the marginal and riparian vegetation were absent. In general, the Lower Rio Negro region is similar to the Middle Rio Negro region in regard to current conditions, threats, and conservation recommendations.

Emphasis should be given to the Lower Rio Negro region where recreational fishing has increased in popularity, and search for live bait by tourists has initiated a small-scale economic activity. The crab *Dilocarcinus pagei* is one of the baits used for fishing pintado (*Sorubim* sp.). Although the capture of specimens does not represent a risk to the natural reserve of this species in the environment, breeding of this species on a small scale could become an additional income for the local population. Specific studies on the reproduction and breeding of the crab *Dilocarcinus pagei* for bait should be promoted, so that this technique can be passed on to interested local communities.

Taboco Region

The habitats occupied by crustaceans were generally in good conservation condition, although some areas had evidence of marginal deforestation and silting. In general, the Taboco region is similar to the Upper Rio Negro region in regards to current conditions, threats, and conservation recommendations.

LITERATURE CITED

Beissinger, S.R., B.T. Thomas, and S.D. Strahl. 1988. Vocalizations, food habits, and nesting biology of the slender-billed kite with comparisons to the snail kite. Wilson Bulletin 100: 604-616.

Benetton, M.L.F.M., F.C.W. Rosas, and E.P. Colares. 1990. Aspectos do hábito alimentar da ariranha (*Pteronura brasiliensis*) na Amazônia brasileira. *In* Programa y Resumenes, 4ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamiferos Acuaticos de America del Sur, Valdivia, Chile, 12-15 Nov. 1990.

Coelho, P.A. and M. Ramos-Porto. 1985. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. Revista Brasileira de Zoologia 2:405-410.

Gomes-Corrêa, M.M. 1977. Palaemonídeos do Brasil (Crustacea – Decapoda – Natantia). Ph.D. dissertation. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 163 pp.

Goulding, M. and E. Ferreira. 1984. Shrimp-eating fishes and a case of prey switching in Amazon rivers. Revista Brasileira de Zoologia 2:85-97.

Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. the subfamily Palaemonidae. Occasional Papers, Allan Hancock Foundation 12:1-396.

Kensley, B. and I. Walker. 1982. Palaemonid shrimps from the Amazon basin, Brasil (Crustacea: Decapoda: Natantia). Smithsonian Contribution to Zoology 362:1-28.

Lemos de Castro, A. 1985. Ectoparasitism of *Telotha henselii* (Von Martens) (Isopoda, Cymothoidae) on *Macrobrachium brasiliense* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 49:200-201.

López, B. and G. Pereira. 1996. Inventario de los crustaceos decapodos de las zonas alta y media del delta del Río Orinoco, Venezuela. Acta Biologica Venezuelica 16:45-64.

Magalhães, C. 1991. Revisão taxonômica dos caranguejos dulcícolas da família Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda: Branchyura). Ph.D. dissertation. Universidade de São Paulo, São Paulo. 278 pp.

Magalhães, C. and M. Türkay. 1996. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae II. the genera *Forsteria, Melocarcinus, Sylviocarcinus*, and *Zilchiopsis* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Senckenbergiana biologica 75: 97-130.

Magnusson, W.E., E.V. da Silva, and A.P. Lima. 1987. Diets of Amazonian crocodilians. Journal of Herpetology 21:85-95.

Moreira, C. 1912. Crustacés du Brésil. Mémoires de la Société Zoologique de France 25:145-154.

Nobili, G. 1901. Decapodi raccolti dal Dr. Filippo Silvestri nell'America meridionale. Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata della Università di Torino 16:1-16.

Pires, A.M.S. 1987. *Potiicoara brasiliensis*: a new genus and species of Spalaeogriphacea (Crustacea: Peracarida) from Brazil with a phylogenetic analysis of the Peracarida. Journal of Natural History 21:225-238.

Resende, E.K. de, R.A.C. Pereira, V.L.L. de Almeida, and A.G. da Silva. 1996. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do Rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 3. 36 pp.

Rodríguez, G. 1981. Decapoda. *In* Aquatic biota of tropical South America, part 1: Arthropoda. Pp. 41-51. S.H. Hurlbert, G. Rodríguez, and N.D. Santos (eds.). San Diego State University, San Diego, California.

Rodríguez, G. 1992. The freshwater crabs of America. family Trichodactylidae and supplement to the family Pseudothelphusidae. Collection Faune Tropicale, 31. Editions Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer (ORSTOM), Paris. 189 pp.

Walker, I. 1987. The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. Experientia 43:279-287.

Walker, I. 1990. Ecologia e biologia dos igapós e igarapés. Ciência Hoje 11:45-53.

Zwink, W. 1990. Fauna de crustáceos. *In* Levantamento faunísitico da área sob influência da BR-364 (Cuiabá-Porto Velho). Pp. 102-103. Relatório de Pesquisas nº 13. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro.

CHAPTER 6

FISHES OF THE RIOS NEGRO, NEGRINHO, TABOCO, AQUIDAUANA, TAQUARI, AND MIRANDA, PANTANAL, BRASIL: DIVERSITY, DISTRIBUTION, CRITICAL HABITATS AND VALUE

Philip W. Willink, Otávio Froehlich, Antonio Machado-Allison, Naércio Menezes, Osvaldo Oyakawa, Agostinho Catella, Barry Chernoff, Flávio C.T. Lima, Mônica Toledo-Piza, Hernán Ortega, Angela Maria Zanata and Ramiro Barriga

SUMMARY STATISTICS

- A total of 193 fish species were collected during the AquaRAP expedition.
- Of the 193 species, 90 (47%) were Characiformes, 72 (37%) Siluriformes, 15 (8%) Perciformes, and 11 (6%) Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 species, 1%), Beloniformes (1 species, 0.5%), Synbranchiformes (1 species, 0.5%), and Pleuronectiformes (1 species, 0.5%) were also represented.
- The family with the most species was Characidae (67 species, 35%), followed by Loricariidae (29 species, 15%) and Cichlidae (15 species, 8%).
- Of the 193 species, 36 (19%) are believed to be new to science.
- Biodiversity in the Rio Negro drainage increases from the headwaters to the base of the drainage. This increase in biodiversity is correlated with increases in river size and habitat complexity, or the degree of seasonal flooding.
- Terrestrial input of nutrients from riparian vegetation and as a consequence of the seasonal flooding is believed to be critical to the aquatic food chains which support the Pantanal fishes.
- Endemicity was higher in the headwaters than in the floodplain.
- Two types of situations were noticed in the headwaters: 1) Relatively unmodified streams with a large number of microhabitats and a high fish diversity. 2) Streams heavily impacted by pollution, siltation, and/or deforestation, which had few microhabitats and were inhabited mainly by opportunistic fish species.
- Deforestation and disruption of the seasonal flooding are considered to be the greatest threats to the Pantanal fishes.

ABSTRACT

Fish were sampled from 77 localities in the Rio Negro, Upper Rio Taquari, Upper Rio Aquidauana and Upper Rio Miranda drainages. A total of 193 fish species were collected. Of these fish species, 90 (47%) were Characiformes, 72 (37%) were Siluriformes, 15 (8%) were Perciformes and 11 (6%) were Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 species, 1%), Beloniformes (1 species, 0.5%), Synbranchiformes (1 species, 0.5%) and Pleuronectiformes (1 species, 0.5%) were also represented. The family with the most species was Characidae (67 species, 35%), followed by Loricariidae (29 species, 15%) and Cichlidae (15 species, 8%). Of these 193 species, 36 (19%) are believed to be new to science. The specimens collected are believed to be a reasonable representation of the area's ichthyofauna, although additional species are likely to be found in the headwaters and large-bodied fishes were probably undersampled.

Endemicity was higher in the headwaters than in the floodplain, probably because of the relatively greater difficulty in dispersing from one headwater drainage to another. The parts of streams located above waterfalls are less productive and diversified than those below. Otherwise, two types of situations were noticed in the headwaters. 1) Relatively unmodified streams with a large number of ecological niches and a high biodiversity. Biodiversity and

abundance were particularly high in the clear water limestone areas of the Rio Miranda drainage in Bonito and adjacent areas. 2) Streams heavily impacted by pollution, siltation, and/or deforestation. These streams had few microhabitats and were inhabited mainly by opportunistic species.

Biodiversity in the Negro drainage increases from the headwaters to the base of the drainage (67 in the Upper Negro to 113 in the Lower Negro, 26 in the Upper Taboco to 77 in the Middle Taboco). This increase in biodiversity is correlated with increases in river size and habitat complexity, with habitat complexity correlated with the degree of seasonal flooding. Some taxa were collected throughout the drainage, whereas others were collected only in restricted areas. Many juvenile fishes were collected in the braços mortos (a lateral arm of a river where the upriver channel has been closed), swamps and baías (seasonal lakes or ponds generally isolated from the river system except in times of flooding), emphasizing the importance of these as nursery areas. Terrestrial input of nutrients from riparian vegetation and as a consequence of the seasonal flooding is believed to be critical to the aquatic food chains which support the Pantanal fishes. The majority of an individual's annual growth occurs during the period of high water. Seasonal floods also serve as a cue for many fishes to reproduce, and help to maintain the habitat complexity of the region by rejuvenating the swamps, braços mortos and baías. These areas, now rich in nutrients, function as the nursery areas for fishes. Deforestation is a severe threat because it removes the vegetation from alongside the rivers, decreasing allochthonous input and increasing sedimentation. Disruption of the seasonal flooding (e.g., from local dredging or the Hidrovia Paraguai-Paraná) would be catastrophic to the fishes of the Pantanal.

INTRODUCTION

The ichthyofauna of the Pantanal is relatively well known in comparison to other South American regions. The first scientific collection of fishes in the area were made by Natterer in the early 1800's (Britski et al., 1999), followed by collections made by Ternetz (Boulenger, 1895; Eigenmann and Kennedy, 1903), Anisits (Eigenmann and Kennedy, 1903; Eigenmann et al., 1907), Haseman (Eigenmann, 1911; Britski et al., 1999), and Rehn (Fowler, 1932), among others. Systematic papers about Pantanal fishes continued to be written over the years, the most comprehensive being a book devoted exclusively to the fishes of the Pantanal Mato-Grossense by Britski et al. (1999).

Although the early investigators described numerous new species, they considered the fish fauna of the La Plata basin, including the Pantanal, to be very similar to the fish fauna of the Amazon (Eigenmann et al., 1907; Pearson, 1937). Credence is lent to this hypothesis by the purported connections during the rainy season between Paraguaian headwaters and various Amazonian headwaters from the Rio Tapajós to the Rio Guaporé (Pearson, 1937; Roberts, 1972; Lowe-McConnell, 1975; Bonetto, 1986). However, with the aid of recent fish collections from all over South America, ichthyologists are now deciding that certain fishes in the Rio Paraguai basin and the Pantanal wetland were misidentified or are different species from those found in the Amazon. Based on species distributions (e.g., Collette, 1982; Kullander, 1982, 1984; Weber, 1986; Géry et al., 1987; Retzer and Page, 1996; Schaefer, 1997), past and present fluvial connections between the Amazon and the Pantanal undoubtedly play a role in the dispersal and speciation of these fishes (Heckman, 1998:31-32; Lundberg et al., 1998). The exact importance is unclear at this time, but the degree of endemism in the Pantanal appears to be higher than previously thought. Even in a region considered to be systematically well known, there is still much that we need to learn.

Ichthyological work in the Pantanal has not been restricted to systematics. Studies have been conducted on migrations (Ferraz de Lima, 1987; Resende et al., 1995), community structure (Sazima, 1986), general life history (Heckman, 1998:271-289; Sazima et al., 2000), fisheries (Catella et al., 1996; Catella et al., 1997), feeding (Sazima and Machado, 1982, 1990; Sazima and Guimarães, 1987; Sazima and Caramaschi, 1989; Resende et al., 1995; Catella and Petrere, 1996; Resende et al., 1996; Heckman, 1998:271-289) and mass fish kills (Calheiros and Ferreira, 1996), just to name a few. The picture emerging from these studies is of a tropical ecosystem dominated by seasonal floods. Some fishes move into the seasonally inundated areas to feed and reproduce. Others, cued by changing water levels, migrate long distances to find food and spawn. Most of the ichthyological studies focus on the few fish species important to fishermen, and little is known about the hundreds of other fishes living in the wetlands.

The Aquatic Rapid Assessment Program (AquaRAP) expedition to the Pantanal during August and September, 1998 surveyed only a portion of the southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Collections were made principally along the length of the Rio Negro and in the headwaters of the Rio Taquari, Rio Aquidauana, and Rio Miranda drainages (Maps 2,3). Even though we were restricted to the southern end of the Pantanal, we were still able to sample most of the primary habitats found in the upper Rio Paraguai basin. The findings presented in this chapter will allow us to: i) document which species were collected, including those believed to be new to science, ii) describe the distribution of the species throughout the study area, iii) discuss these findings within an ecological context and iv) assess potential threats to the fishes of the region.

METHODS

Fishes were collected at each georeference point (see Appendix 1: AquaRAP Sampling Protocol for details) and several additional localities (as noted in the Regional Description section below). If multiple habitats were observed within a given georeference point, then different fish collections were made in each habitat and the fishes from each habitat were kept separate. Fishes were primarily collected with the use of seines (13 millimeters (1/2 inch) mesh, 2x5 meters (6 feet x 15 feet) or 2x3 meters (6 feet x 8 feet)). Sieves and dip nets were sometimes used in smaller and shallower areas. Particular ecosystems, including the very transparent waters in the Bonito region, were sampled by individual divers using dip nets. Gill nets (2x40 meters (6 feet x 125 feet), mesh size varying from 25 millimeters to 75 millimeters (1 inch to 3 inches)) were used several times in the Lower Rio Negro region.

Specimens were initially fixed in 10% formalin, then later transferred to 70% ethanol for archival storage. Fish identifications were based on Ellis (1913), Ringuelet et al. (1967), Collette (1974, 1982), Géry (1977), Isbrücker (1981), Kullander (1982), Weitzman (1985), Weber (1986), Burgess (1989), Muller (1989), Buckup (1993), Bockmann (1994), Mago-Leccia (1994), Retzer and Page (1996), Reis (1997), Schaefer (1997), Britski et al. (1999), and others. Eschmeyer (1998) was used to verify the current validity of some of the scientific names. After identification, specimens were placed in the collections of the Field Museum (Chicago, USA), Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (São Paulo, Brasil), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Campo Grande, Brasil), Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador), Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú) and Museo de Biologia, Instituto de Zoología Tropical (Caracas, Venezuela).

Particularly in the clear waters of the Upper Rio Miranda region, some large-bodied species were seen, but not collected. These species are not included in the regional counts or summary statistics, but they are marked in Appendix 6 with a "+".

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 193 fish species were collected during the AquaRAP expedition (Appendix 6). Of these species, 90 (47%) were Characiformes, 72 (37%) were Siluriformes, 15 (8%) were Perciformes, and 11 (6%) were Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 species, 1%), Beloniformes (1 species, 0.5%), Synbranchiformes (1 species, 0.5%) and Pleuronectiformes (1 species, 0.5%) were also represented. The family with the most species was Characidae (67 species, 35%), followed by Loricariidae (29 species, 15%) and Cichlidae (15 species, 8%).

Of these 193 fish species, 36 (19%) are believed to be new to science (Appendix 6). By this, we mean these species have never, to our knowledge, been collected before or have been collected and misidentified. This tally is conservative because it only includes new taxa discovered by the members of this AquaRAP expedition. It does not include taxa which we know biologists are currently studying, but have not yet published an official description. One of these, Characidae sp. B, may represent a new genus.

There were also three new records for the area. *Pterygoplichthys* sp. is a new species and genus record. *Apteronotus bonapartii* has not, to our knowledge, been collected in the Pantanal Mato-Grossense. *Otocinclus mariae* may also be a new record for the region, but its systematic status and the difficulty in differentiating it from *Otocinclus vittatus* raises some concerns. It should be treated as a tentative new record. There are certainly taxa endemic to the Pantanal, but we do not have enough information to determine if there are any taxa endemic to the region surveyed by the AquaRAP expedition.

The estimated number of fish species for the Pantanal varies, with Britski et al. (1999) listing 263 species and Bonetto (1986:573) estimating there to be approximately 300. Based on these numbers and the specimens collected by the AquaRAP expedition, including new species and records, 325 species in the Pantanal appears to be a reasonable estimate.

It is difficult to determine how thoroughly the fish fauna was sampled by the AquaRAP expedition, since the southern 20% of the Pantanal was briefly surveyed. Of the 325 fish species in the entire Pantanal, it is unclear how many are found in this southern portion because distributional data are not readily available. A species accumulation curve (Fig. 6.1) for the entire expedition shows signs of leveling off. Independent analyses for each group reveals that the species accumulation curve for the group surveying the Rio Negro is beginning to level off (Fig. 6.2), while the species accumulation curve for the group surveying the headwaters is still rising (Fig. 6.3). The disparity between the two curves may be due to a wider dispersion of individuals in the Rio Negro due to floods and a higher degree of endemicity in the headwaters.

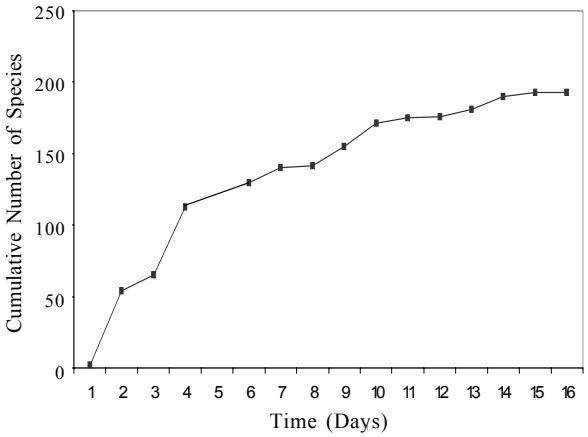


Figure 6.1. Species accumulation curve for fishes collected by the AquaRAP Headwaters and Rio Negro Groups between August 25 and September 9 in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

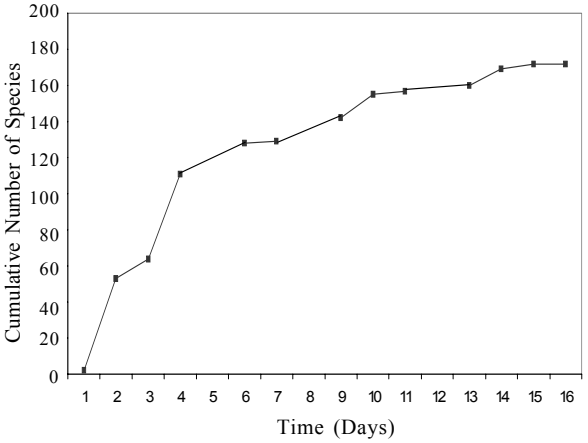


Figure 6.2. Species accumulation curve for fishes collected by the AquaRAP Rio Negro Group between August 25 and September 9 in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

We are able to begin to present a picture of the fish fauna, with a couple of caveats: i) more localities need to be visited in the headwaters; ii) sampling methods may have hindered the collection of some species. Seining was the primary method of collection, and is most effective in capturing medium-sized fishes. Although we collected *Scoloplax empousa* and *Paravandellia bertoni*, each of which reach adult body sizes of approximately 15 millimeters, other small-bodied fishes may have slipped through the net. A number of large-bodied fishes are known to occur in the region (e.g., *Potamotrygon motoro*, *Mylossoma paraguayensis*, *Sorubim* cf. *lima*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Plagioscion ternetzi*, *Pachyurus bonariensis*), but were not collected. They are usually found in the deeper parts of the main river channel, but can be collected closer to shore at night. These taxa are most effectively captured with gill nets, hook and line – which were utilized only a few times during the expedition – and trawls, which were not used at all. Additional sampling in the main river channel and at night would have been insightful. Although we did not collect more large fishes, there is some information already available for them because many are commercially or recreationally important (Resende et al., 1995; Catella and Petrere, 1996; Catella et al., 1996).

REGIONAL DESCRIPTIONS

This section is divided into two parts based on the division of expedition members. The Rio Negro group focused on the Rio Negro drainage, from the headwaters to the lower regions (Upper Rio Negro, Anhumas, Middle Rio Negro, Lower Rio Negro). A brief survey of the Upper and Middle

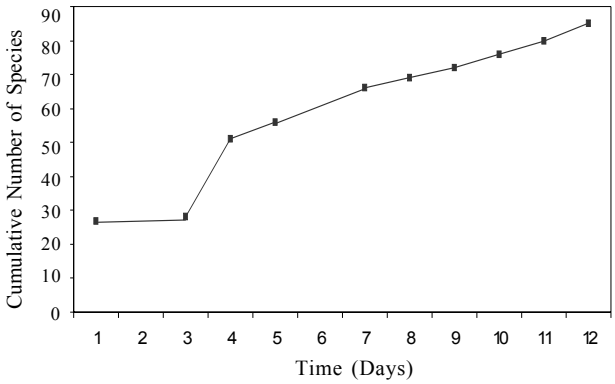


Figure 6.3. Species accumulation curve for fishes collected by the AquaRAP Headwaters Group between August 28 and September 8 in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Rio Taboco was also done. The Headwaters group focused on the headwaters of the Upper Rio Negro, Rio Taquari, Rio Aquidauana and Rio Miranda, as well as sampling in the Lower Rio Negro region. Each group sampled in the Upper and Lower Rio Negro regions, and each group's descriptions of these regions can be found in their respective sections below.

Rio Negro Group

This group conducted a transect along the length of the Rio Negro, from its headwaters to the region near its termination into the Rio Paraguai. A similar, but abbreviated, transect was conducted along the length of the Rio Taboco, a sub-basin of the Rio Negro watershed. This arrangement allows us to compare the various regions of the river while taking into account the individuality of particular drainages.

Upper Rio Negro

The area is characterized by small to medium-sized clear and white water streams running over sandstone beds at approximately 500 meters elevation. River banks and bottom are commonly a mixture of sand and rocks (except the areas of upper Rio do Peixe, where shore and bottom are predominantly rocky with rapids and waterfalls). The land areas are covered by semideciduous and dry forests, and the vegetation adjacent to the streams was disturbed riparian forest, while in some places there were overhanging and submerged grasses. Biotypes included riffles, runways and pools and one pond, the only place where water macrophytes were present.

A total of 67 fish species were collected in the Upper Rio Negro region (Appendix 6). The fast waters of the principal channels were dominated by silvery, small characids such as *Astyanax* spp., *Holoshesthes pequira, Serrapinnus calliurus, Aphyocharax* spp., *Moenkhausia dichroura* and *Bryconamericus* spp. Other species, such as *Characidium* spp., *Leporinus striatus, Leporellus vittatus, Apareiodon affinis*, *Parodon gestri* and small catfishes such as *Imparfinis* sp. and *Pimelodella* spp., are found associated with the sandy bottoms. Shores covered by aquatic plants, such as cyperaceans, grasses and rooted aquatic macrophytes, harbor a highly ornamental fish community dominated by armored catfishes (e.g., *Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Corydoras* spp., *Otocinclus vittatus,* and *Cochliodon* spp.). Electric fishes (*Apteronotus albifrons, Eigenmannia trilineata* and *Gymnorhamphichthys hypostomus*) are also common in these areas. Finally, backwaters, lagoons, pools and other slower/deeper waters possess a high diversity of fishes, including several species of high value in the aquarium markets (e.g., *Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni*, *Moenkhausia sanctaefilomenae, Poptella paraguayensis, Hyphessobrycon eques* and *Apistogramma borellii*).

Anhumas

The Anhumas area is situated at the border of the Pantanal plain and is flooded by the Rio Negro. The vegetation cover is formed mainly by grasslands and open savannas with very sandy soils. Georeference station N07 (Map 3) receives water that originated in the adjacent highlands, whereas the water present at the other georeference stations originated from the floods. Biotypes include channel, backwaters, and lagoons or pools separated from the main channel. Macrophytes are rare in the channels, but abundant in stagnant waters where they sometimes covered the entire surface. These areas were the most diverse in terms of fish species captured. The waters here are black and the substrate mostly sand, with accumulation of mud and vegetal detritus in lentic habitats.

A total of 82 fish species were collected in the area (Appendix 6). It should be noted that fish were collected on August 28 at a braço morto at the intersection of BR419 and the primary road heading west towards the Corrego Anhuma. Although this locality was not part of a georeference station, the exact coordinates are 19° 18.77' S, 55° 10.20' W, and only fishes and decapods were collected. The fishes found in the Anhumas area are similar to those in other rivers located at the border of the Pantanal plain. Silvery, small characids, such as *Astyanax* spp., *Hemigrammus ulreyi, Serrapinnus calliurus, Aphyocharax* spp., *Moenkhausia intermedia, Bryconamericus* spp. and *Psellogrammus kennedyi,* are very common. Other species, such as *Characidium* spp., *Corydoras hastatus, Leporinus friderici,* small catfishes such as *Imparfinis* sp. and *Pimelodella* spp., are found associated with the sandy bottoms. Shores covered by some cyperaceans, grasses and rooted aquatic macrophytes harbor a singular highly ornamental fish community dominated by armored catfishes (e.g., *Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Corydoras* spp., *Otocinclus vittatus,* and *Cochliodon* spp.). Electric fishes (*Apteronotus albifrons, Eigenmannia trilineata, E. virescens*) and cichlids (*Aequidens plagiozonatus* and *Mesonauta festivus*) are also common in these areas. Finally, backwaters, lagoons, pools, and other slow/deeper waters possess a high diversity of cichlids, characiforms, and siluriforms. Collections in these areas revealed the presence of several species of very high importance in the aquarium markets (e.g., *Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni*, *Moenkhausia sanctaefilomenae, M. intermedia, Poptella paraguayensis, Hyphessobrycon eques, H. elachys, Apistogramma borellii, A. commbrae,* and *A. trilineata*).

Special emphasis will be placed on a collection made in a small pond isolated from the main channel (subset of georeference station N07) where we collected in an area of 12 by 7 meters (0.5 meters deep). This pool was covered by water hyacinths and other aquatic plants. What attracted our attention was that such a small area contained such a large amount of important aquarium species, including *Hyphessobrycon eques, H. elachys, Hemigrammus ulreyi, Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni, A. paraguayensis, Apistogramma commbrae, A. borellii, A. trifasciata, Moenkhausia intermedia, M. sanctaefilomenae, Gymnocorymbus ternetzi, Mesonauta festivus, Laetacara dorsigera, Satanoperca pappaterra, Curimatopsis myersi, Cyphocharax gillii* and *Pyrrhulina australis*. Also, we captured numerous specimens of a dwarf catfish (*Scoloplax empousa*) and a belonid needlefish (*Potamorrhaphis eigenmanni*). The species collected are listed in Table 6.1.

Table 6.1. List of fishes and number of specimens collected in a 12 meter long x 7 meter wide x 0.5 meter deep pool isolated from the Córrego Anhuma at Georeference Station N07 (19º 9.67' S, 55º 17.86' W), Mato Grosso do Sul, Brasil on August 28, 1998.

Taxa	Number of Specimens
Characiformes	
Anostomidae	
Leporinus friderici	1
Characidae	
Acestrorhynchus pantaneiro	6
Aphyocharax paraguayensis	4
Aphyocharax rathbuni	46
Aphyocharax sp.	15
Characidium sp. 1	28
Characidium sp. 2	1
Charax sp.	94
Gymnocorymbus ternetzi	65
Hemigrammus ulreyi	206
Hyphessobrycon eques	99
Hyphessobrycon sp. 2	205
Moenkhausia intermedia	23
Moenkhausia sanctaefilomenae	133
Phenacogaster tegatus	32
Psellogrammus kennedyi	31
Serrapinnus calliurus	800
Xenurobrycon macropus	1
Curimatidae	
Curimatopsis myersi	72
Cyphocharax gillii	318
Erythrinidae	
Hoplias sp. 1	3
Hoplias sp. 2	6
Lebiasinidae	
Pyrrhulina australis	28
Siluriformes	
Callichthyidae	
Corydoras hastatus	173
Doradidae	
Doradidae gen. n.	2
Scoloplacidae	
Scoloplax empousa	48
Gymnotiformes	
Gymnotidae	
Gymnotus sp.	1
Hypopomidae	
Brachyhypopomus sp. A	7
Sternopygidae	
Eigenmannia trilineata	8
Beloniformes	
Belonidae	
Potamorrhaphis eigenmanni	3
Perciformes	
Cichlidae	
Apistogramma borellii	5
Apistogramma commbrae	3
Apistogramma trifasciata	30
Bujurquina vittata	1
Crenicichla edithae	3
Laetacara dorsigera	20
Mesonauta festivus	4
Satanoperca pappaterra	1
Total = 38 species	**2526**

Middle Rio Taboco

At the beginning of the Pantanal floodplain, the land is flat and the soils have a greater clay content than in the other areas sampled in the plain. Elevation is approximately 200 meters. The main channel is 20 to 60 meters wide, but in the Middle Rio Taboco swamp the river is divided into two main channels, with the islands and small channels that have reduced flow between them. Shore vegetation is composed of narrow strips of riparian forest and pastures. The waters are muddy with low transparency, and the substrate is sandy in the channels and muddy with accumulated debris in backwaters. Water macrophytes, mainly *Eichhornia azurea,* were present in areas of reduced flow.

A total of 77 species were collected (Appendix 6) in the area that was sampled. Three main areas were collected. The first two were near the Fazenda Taboco where the main channel was characterized by characoids such as *Serrapinnus calliurus, Holoshesthes pequira, Astyanax asuncionensis* and *Aphyocharax dentatus*. Other species, such as *Characidium* spp*., Leporinus striatus,* small catfishes such as *Otocinclus vittatus* and *Pimelodella* sp. and a small pimelodid close to *Nannorhamdia* are found associated with the sandy bottoms. Shores covered by some cyperaceans and grasses contained a highly ornamental fishes community dominated by armored catfishes (e.g., *Otocinclus vittatus, Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Imparfinis* sp.) and electric fishes (e.g., *Gymnorhamphichthys hypostomus*). The backwater or lagoon is characterized by small characoids, like *Serrapinnus calliurus, Xenurobrycon macropus, Charax* sp., *Hyphessobrycon eques* and *Cyphocharax gillii.* Catfishes (e.g., *Corydoras* sp., *Rineloricaria* sp*., Otocinclus vittatus, O. mariae, Parauchenipterus galeatus, P. striatulus*) and electric fishes (e.g., *Eigenmannia trilineata, Sternopygus macrurus* and *Brachyhypopomus* sp.) were also common.

The third area was a swamp located several kilometers upriver from the Fazenda Taboco. It was characterized by vast quantities of water hyacinths and an abundance of electric fishes (e.g., *Eigenmannia trilineata, E. virescens, Gymnorhamphichthys hypostomus, Apteronotus albifrons* and *Sternopygus macrurus*). Other abundant species were *Corydoras* sp., *Otocinclus vittatus, Serrapinnus calliurus, Aphyocharax dentatus, A. anisitsi, Moenkhausia intermedia, M. sanctaefilomenae* and a small pimelodid catfish, probably *Imparfinis stictonotus*. Other less abundant species included *Xenurobrycon macropus*, *Psellogrammus kennedyi, Parauchenipterus galeatus, Astyanax asuncionensis* and *Hoplias* sp.

Upper Rio Taboco

Two small streams were sampled in an area generally very similar to the Upper Rio Negro region. The streams flow over sandy or rocky bottoms and the waters are clear and slightly acidic. Shoreline vegetation includes pastures, small trees, shrubs, and veredas (peculiar ecosystem characterized by clear water streams with abundant aquatic vegetation, typical buriti palms (*Mauritia*), sandy bottoms and adjacent flood areas). The collections were made in two small streams with some palms, but not as abundant as in the veredas.

A total of 26 fish species were collected in the area examined (Appendix 6). Characiforms dominated the fast waters of the principal channel. Among them were the silvery, small characids *Holoshesthes pequira, Jupiaba acanthogaster, Characidium* sp., *Astyanax abramis* and *Parodon gestri*. In the backwaters, *Crenicichla edithae* were collected.

Middle Rio Negro

This area is located close to the center of the Pantanal floodplain. It is very flat, with about three meters between highest and lowest points. Vegetation cover is mostly pristine forests, interspersed with natural grasslands, that are situated in slightly lower grounds where lakes remain after the flood waters have receded. These lakes shrink during the dry season, and some dry up completely. The main river channel is about 60 meters wide over a sandy substrate, bordered by riparian forests and some areas where it was cleared for houses and pastures. The substrate is sand. In backwaters, mud and macrophyte remains accumulate over the sand including some beds of aquatic macrophytes, mostly *Eichhornia azurea.* There is a great swamp in this area, the Brejo do Santa Sofia, where in the deeper regions the water is covered by thick mats of floating and attached macrophytes. In shallow areas, the bottom is mud and there are beds of *Eichhornia azurea* with other macrophytes intermingled.

This area is highly diverse. A total of 112 species were collected (Appendix 6). Several microhabitats were sampled including swamp, backwaters or dead arms, main channel, baía and a salina (saline or brackish pond not subject to seasonal flooding). Each area apparently has its own fish community structure. It should be noted that only fish were collected on September 4 at a locality along a sand beach along the main channel of the Rio Negro. Although this station was not part of a georeference station, the exact coordinates are 19º 35.36' S, 56º 08.51' W.

Swamps were characterized by abundant water hyacinths and other rooted and floating plants. The more abundant species were *Serrapinnus calliurus, Holoshesthes pequira, Aphyocharax anisitsi, Moenkhausia intermedia, Psellogrammus kennedyi, Poptella paraguayensis, Tetragonopterus argenteus, Serrasalmus spilopleura* and *Astyanax asuncionensis,* among others. The large, migratory taxa *Salminus maxillosus, Brycon microlepis* and *Prochilodus lineatus* were collected in the main channel. Under the water hyacinths were collected *Aphyocharax anisitsi, Serrapinnus calliurus, Eigenmannia trilineata, E.*

virescens, Apteronotus albifrons, A. bonapartii (a new record for the Pantanal Mato-Grossense basin), *Rhamphichthys hahni, Brachyhypopomus* sp., *Gymnotus* sp., *Apistogramma borellii, A. commbrae, A. trifasciata, Crenicichla edithae, C. semifasciata, Cichlasoma dimerus, Bujurquina vittata, Hypostomus boulengeri, Loricariichthys* sp., *Pimelodella* sp., *Rineloricaria* sp. and *Farlowella* sp., among others.

The braços mortos, or backwaters, were characterized by an abundance of *Serrapinnus calliurus, Poptella paraguayensis, Piabucus melanostomus, Gymnogeophagus balzanii* (males with well developed secondary sexual characters), *Leporinus friderici, Moenkhausia dichroura, M. sanctaefilomenae, Astyanax asuncionensis, Curimatella dorsalis, Psellogrammus kennedyi, Aphyocharax anisitsi, Hyphessobrycon eques, Cyphocharax gillii, Apistogramma commbrae, Sternopygus macrurus, Steindachnerina brevipinna* and *Hyphessobrycon elachys.* Some species are apparently abundant, but could not be collected with our gear. Examples are *Potamotrygon* sp., *Piaractus mesopotamicus, Chaetobranchopsis australe, Hemiodopsis semitaeniatus, Salminus maxillosus* and *Serrasalmus spilopleura.*

The single baía sampled contained an abundance of *Moenkhausia intermedia, Hyphessobrycon eques, Eigenmannia trilineata, Astyanax asuncionensis, Psellogrammus kennedyi, Odontostilbe microdon, Gymnocorymbus ternetzi* and *Cyphocharax gillii*. This area appears to be important as a nursery and growing habitat for fishes (Catella and Petrere, 1996; Resende et al., 1996). The single salina sampled showed no fishes.

One locality in this region, a braço morto near Fazenda Rio Negro (georeference station N14) with an even, sand bottom and no vegetation or debris was sampled twice, but at different times. It was first sampled during daylight (7:45 to 8:20 on September 2), and 11 fish species and 325 individuals were collected (Table 6.2). The vast majority of individuals were *Moenkhausia dichroura* (n=220). The subsequent collection was made at night (18:30 to 18:45 on September 3) and for a shorter period of time (15 minutes instead of 35 minutes). A total of 27 fish species and 480 specimens were captured (Table 6.2). Except for *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Hemiodopsis semitaeniatus* and *Satanoperca pappaterra*, all taxa collected during the day were also collected at night. For those species collected both during the day and night, more individuals were collected at night, except for *Bryconops* sp. 1, *Moenkhausia dichroura* and *Gymnogeophagus balzanii*. This is a striking example of the temporal component of the region's community structure, a feature which has been noted in other tropical streams (Zaret and Rand, 1971; Lowe-McConnell, 1975:103-104). Many characiforms and cichlids are easiest to catch at night because they are resting in shallow waters, while during the day they are dispersed over a wider area to forage. To accurately assess the fishes in a particular area, it is necessary to not only sample different localities, but also the same localities at different times.

Lower Rio Negro

The Lower Rio Negro area is also part of the Pantanal floodplain, but nearer to the Rio Paraguai. It is a very flat area, similar to the Middle Rio Negro area in relief, but covered mostly by open vegetation, mainly natural grasslands with riparian forests on areas with higher levees. Wooded areas of variable size are situated on slightly higher ground remaining dry except during very high floods, while the grasslands are completely flooded. Lakes remain in lower areas after the floods have receded, but are less numerous than in the Middle Rio Negro region, and most dry up by the end of the dry season. Substrate is sandy in the main channel, and some backwaters and lakes can have a muddy substrate. Water macrophytes form beds along the shores of lakes, backwaters, and even along the channel in places with reduced flow. The shallower lakes can have the whole bottom covered by submerged macrophytes. The Rio Abobral and Rio Vermelho (channels fed by Rio Negro waters) were also sampled, showing the same type of water and bottom with the shores covered mainly by riparian forest. Habitats sampled included channels, backwaters, floodplain lakes, and swampy areas.

The Lower Rio Negro, like the Middle Rio Negro, showed a great diversity of fish species, with a total of 113 species collected (Appendix 6). The general area sampled included three rivers: 1) the Rio Vermelho, 2) the Rio Abobral, and 3) the Rio Negro proper. It should be noted that fishes were collected on September 9 at these four localities along the Rio Vermelho (both 19° 37.22' S, 56° 57.27' W), and the other two were along the Rio Miranda (19° 36' S, 56° 59' W; 19° 35' S, 56° 59' W), although these localities were not part of any georeference station. Only fishes and decapods were collected at these sites.

The Rio Vermelho was characterized by *Cyphocharax gillii, Serrapinnus calliurus, Moenkhausia intermedia*, *M. sanctaefilomenae, Corydoras* sp., *Psellogrammus kennedyi, Steindachnerina brevipinna, S. nigrotaenia, Aphyocharax anisitsi, Pyrrhulina australis, Rineloricaria* sp., *Pimelodella* sp., *Apistogramma commbrae* and *A. borellii* among others. In this area, a gill net was also used to capture *Prochilodus lineatus, Pygocentrus nattereri* and *Hoplias* sp.

The fish community in the Rio Abobral was characterized by *Moenkhausia intermedia, Hyphessobrycon eques,* and *Pimelodella* sp. Other less abundant species occurring in the area are *Bryconops* sp., *Apistogramma commbrae, Cyphocharax gillii, Pygocentrus nattereri, Astyanax asuncionensis, Hemigrammus ulreyi, Aphyocharax anisitsi* and *Poptella paraguayensis.*

Table 6.2. List of fishes and number of specimens collected in a braço morto during the day (7:45 to 8:20 on September 2, 1998) and during the night (18:30 to 18:45 on September 3, 1998) near Fazenda Rio Negro, Georeference Station N14 (19° 34.54' S, 56° 14.62' W), Mato Grosso do Sul, Brasil.

	Number of Specimens	
Taxa	**Day**	**Night**
Characiformes		
Anostomidae		
Leporinus friderici	2	2
Schizodon borellii	-	1
Characidae		
Acestrorhynchus pantaneiro	3	-
Aphyocharax anisitsi	-	1
Astyanax asuncionensis	4	27
Bryconops sp. 1	8	2
Characidium sp. 2	-	1
Holoshesthes pequira	-	1
Hyphessobrycon eques	-	3
Markiana nigripinnis	-	2
Moenkhausia dichroura	220	33
Moenkhausia intermedia	-	2
Poptella paraguayensis	45	119
Roeboides paranensis	-	20
Serrapinnus cf. *calliurus*	-	3
Serrasalmus spilopleura	-	1
Tetragonopterus argenteus	1	46
Triportheus nematurus	-	3
Curimatidae		
Curimatella dorsalis	-	78
Steindachnerina brevipinna	-	1
Erythrinidae		
Hoplias sp. 2	-	2
Hemiodontidae		
Hemiodopsis semitaeniatus	5	-
Siluriformes		
Callichthyidae		
Corydoras sp.	-	5
Doradidae		
Trachydoras paraguayensis	-	1
Pimelodidae		
Pimelodella sp.	23	83
Gymnotiformes		
Sternopygidae		
Eigenmannia virescens	-	1
Perciformes		
Cichlidae		
Bujurquina vittata	-	37
Chaetobranchopsis australe	-	3
Gymnogeophagus balzanii	13	2
Satanoperca pappaterra	1	-
Total =	**325 (11 species)**	**480 (27 species)**

The fish community sampled in the Rio Negro proper can be divided according to two habitats: i) swampy and ii) slow channel. The most abundant species in the swampy area included *Hyphessobrycon eques, H. elachys, Moenkhausia intermedia, Cyphocharax gillii, Apistogramma borellii, A. commbrae, Serrapinnus calliurus, Bujurquina vittata, Scoloplax empousa, Astyanax asuncionensis* and *Pyrrhulina australis* among others. The slow channel included *Pyrrhulina australis, Eigenmannia trilineata, Rineloricaria* sp., *Poptella paraguayensis, Cyphocharax gillii, Brachyhypopomus* sp., *Hyphessobrycon eques, Apistogramma borellii, A. commbrae, Scoloplax empousa, Moenkhausia intermedia, Crenicichla edithae, Laetacara dorsigera, Serrasalmus spilopleura* and *Corydoras hastatus.*

The most striking general observation that can be made is that the number of fish species increases from the headwaters to the base of the drainage (66 in the Upper Rio Negro to 113 in the Lower Rio Negro, 26 in the Upper Rio Taboco to 77 in the Middle Taboco). There are at least two possible explanations for this: i) headwater rivers are smaller and simply hold fewer fishes, and ii) habitat complexity is lower in headwater systems. Headwaters systems usually consist of small to medium sized channels with predominantly sand, but sometimes rubble bottoms. Water flow is moderate to swift, and while aquatic vegetation is uncommon, terrestrial grasses are sometimes immersed at the water's edge and logjams can be present. Habitat complexity at the base of the drainages is, however, higher. Channels can be small to large, with sand or mud bottoms, and water flow is still to swift, although never as fast as some headwater streams. Braços mortos, baías and swamps are abundant, each varying in size, substrate and vegetation characteristics and aquatic vegetation can be dense to absent. Just as in the headwaters, logjams and terrestrial vegetation immersed at the water's edge are also possible.

Much of the habitat diversity in the Rio Negro region can be attributed to the seasonal flooding. High water levels rejuvenate the swamps and baías; river courses meander and change; braços mortos are created and destroyed. The impact of the flooding is greatest in the Lower Rio Negro, where water levels can rise 3+ meters. The Anhumas have a lower flood intensity where water levels rise only a meter or less, and much of the region remains dry during the summer except during the wettest of years.

Any reduction in the seasonal flooding can be expected to result in decreased habitat complexity because river channels would decrease in size, and the baías and swamps would dry up. The Anhumas region would begin to resemble the Upper Rio Negro. The Middle and Lower Rio Negro regions would begin to resemble the current status of the Anhumas. Consequently, species numbers would be expected to decrease in each region.

Another general observation is that some species are found only in certain areas. *Astyanax* spp. (except *A. asuncionensis*), *Bryconamericus* spp., *Parodon gestri* and various loricariid species typical of high flow situations are largely restricted to the headwaters. Many taxa were only collected in the floodplain. For example, Gymnotiformes, *Synbranchus* sp. and Cichlidae spp. were most common in low flow situations with abundant vegetation. *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus* spp. were most common in larger bodies of water with higher temperatures. And then there are taxa like *Aphyocharax dentatus*, *Characidium* sp. 2, *Hoplias* spp. and *Loricariichthys platymetopon* which can be found throughout the Rio Negro drainage, emphasizing the fact that it is not sufficient to conserve the region or habitat with the highest number of species because different regions or habitats possess species not found elsewhere.

Species are often adapted to their particular environments. *Synbranchus* sp., *Callichthys callichthys,* some loricariids and others are able to utilize atmospheric oxygen, useful when trapped in a pool after the floods and the oxygen in the water has been depleted. Some (e.g., *Synbranchus* sp.) can even move over land in search of more profitable bodies of water. The life-histories of many taxa are seasonal, with reproduction and rapid growth cued by the floods (Lowe-McConnell, 1975, 1987; Goulding, 1980; Ferraz de Lima, 1987). Some taxa migrate upstream to reproduce (Resende et al., 1995), whereas others swim into the flooded forests. Regardless of where spawning takes place, many juveniles end up in the floodplain (Bonetto, 1986; Godinho and Godinho, 1994; Agostinho and Zalewski, 1995), verified by the large number of young fishes collected in the braços mortos, swamps and baías sampled by the AquaRAP expedition. These juveniles spend much of their time feeding and grow rapidly (Catella and Petrere, 1996; Resende et al., 1996). Destruction of these nursery areas would have disastrous consequences on the local fish populations; an effect which would be carried up the food chain as many birds and reptiles forage extensively on fishes (Catella and Petrere, 1996).

Although our focus is on aquatic organisms (fishes), it is necessary to take terrestrial flora and fauna into consideration because the waters are poor in nutrients, without which productivity is curtailed. Yet, fish productivity is said to be relatively high in the Pantanal despite an apparently low primary productivity in the black and clear waters. This is due to a terrestrial input of nutrients which, in the Upper Rio Negro, comes from the riparian vegetation as sticks and leaves fall into the streams, decompose and enter the food chain via aquatic insects and some fishes which, in turn, are preyed upon by other fishes (Saul, 1975; Watson and Balon, 1984; Lowe-McConnell, 1987). Terrestrial insects (particularly ants (Saul, 1975)) also fall into the water in large numbers and are quickly eaten (Castro

and Casatti, 1997).

Terrestrial input of nutrients is also important in the Middle and Lower Rio Negro, but there the situation is more complex and on a larger scale because the terrestrial input is not limited to riparian vegetation. As seasonal floods cover the adjacent fields and forests, and vast quantities of nutrients are released into the waters at a time when many species of fishes have the majority of their annual growth (Roberts, 1972; Goulding, 1980; Lowe-McConnell, 1987). When the waters recede, decomposing vegetation is trapped in the baías, swamps, and braços mortos, providing a source of food for the aquatic organisms living there (Watson and Balon, 1984; Catella and Petrere, 1996). Aquatic plants are also most numerous in these areas because they, too, require nutrients to live and grow. An additional source of primary productivity, these plants also provide shelter for smaller fishes, and increase the complexity of these habitats. Without riparian vegetation and seasonal floods, the input of terrestrial nutrients would drop precipitously and the impact on aquatic life would be catastrophic.

Headwaters Group

Fishes are the most important group among vertebrates to evaluate diversity and to propose conservation and management policies concerning aquatic ecosystems. In general, headwater areas are very poorly sampled and as a result, the fish fauna is less well known than those of the main channel of the rivers. In the Pantanal, these areas are no exception. Previous to the AquaRAP expedition very little was know from the upper reaches of the main river basin because most collecting activities were undertaken on the lower parts of the Pantanal. Therefore, a relatively high rate of endemism and a high percentage of new species were expected.

Upper Rio Negro

In the Upper Rio Negro drainage, some streams were sampled both above and below waterfalls. In general, areas below waterfalls were better preserved (especially Rio do Peixe and Kubota Waterfalls), and potentially more suitable for conservation.

Upper Rio Aquidauana

In the Upper Rio Aquidauana drainage, only three collections were made – therefore, the results cannot be considered as representative for the entire region. Of the three streams sampled, one (a stream about seven kilometers north of Rochedo) was relatively well conserved and revealed higher diversity than the other two. A total of 23 fish species were collected in the region (Appendix 6). *Bryconamericus exodon* and *Creagrutus* sp. A were the more abundant characids, and catfishes were well represented by *Cochliodon cochliodon*, *Farlowella* sp. 1 and *Rineloricaria* sp. 1.

Upper Rio Taquari

In general, the areas above and below waterfalls have the same characteristics as those of the Upper Rio Negro. In addition to streams in the Upper Rio Taquari drainage (including the Rio Jauru), veredas were also sampled. This region yielded 52 fish species (Appendix 6). *Astyanax* spp. were very abundant, particularly in regards to two of the new *Astyanax* species. Other common characids were *Jupiaba acanthogaster*, *Moenkhausia intermedia*, *Serrapinnus calliurus* and *Xenurobrycon macropus*. Many *Corydoras polystictus* and *Rineloricaria* sp. 1 were also collected. Pimelodidae gen. sp., which may be *Imparfinis stictonotus*, was always collected over sand bottoms. This region yielded more gymnotiforms than any other headwater area.

Upper Rio Miranda

In the Upper Rio Miranda drainage (from Bonito to Bodoquena), streams are fed by springs flowing up through limestone beds. Consequently, the waters were very clear (transparent) and alkaline in the areas sampled. Aquatic vegetation is very abundant in some places.

The fish fauna of this region as a whole is quite peculiar and contains many endemic forms. Diversity is high compared to the other headwater regions – a total of 52 fish species were collected in this area (Appendix 6). *Holoshesthes pequira*, *Jupiaba acanthogaster*, *Moenkhausia intermedia* and *Serrapinnus calliurus* were particularly abundant, and four of the five new *Astyanax* species were collected in the region. *Corydoras aeneus*, *Ancistrus* sp. 1 and *Otocinclus bororo* were the catfishes found in the largest numbers, and the *O. bororo* collection is the southernmost recorded population for this species, previously known only from the headwaters of the northern Pantanal (Schaefer, 1997).

Lower Rio Negro

In the Lower Negro drainage, only two isolated baías were sampled (georeference stations C27 and C28, map 3). The presence of a great diversity of fishes and amphibians suggested communication with adjacent aquatic systems, probably representing nursery and feeding grounds for fishes and other aquatic vertebrates. The baías are a great opportunity for conservation since this type of ecosystem is unique in the Pantanal. Twelve fish taxa were collected in these two baías. *Pyrrhulina australis* and *Moenkhausia intermedia* were two of the more abundant taxa found. Both were also collected in the headwater regions. Other abundant taxa included *Laetacara dorsigera*, *Brachyhypopomus* sp. C and *Aphyocharax paraguayensis*. These taxa have rarely, if ever, been collected in the headwaters, exemplifying how some taxa (e.g., some characids) are well distributed, whereas other taxa (e.g., cichlids, electric fishes) are largely restricted to the

lowland areas.

As expected, the headwater areas were found to have a high degree of endemism at the species level, and in this regard are quite distinct from lower areas of the Pantanal. However, parts of the streams located above waterfalls are less productive and diversified than lower regions. The conservation status of the aquatic ecosystem has implications with respect to the ecological requirements and biology of the species. In well preserved aquatic environments, the number of ecological niches is greater, and consequently diversity is higher. A larger number of representatives of most fish species groups are entirely adapted to their environments can be found under these conditions. Many species of characiforms, siluriforms, gymnotiforms and cichlids were found occupying different niches. For example, most characiforms and cichlids are active during the day and among them are omnivores, carnivores and detritivorous. Most siluriforms and gymnotiforms are presumably active during the night and feed mainly on the bottom.

In heavily impacted ecosystems (polluted and/or silted streams and rivers), mainly opportunistic fish species are found, especially those that have been able to adapt themselves to the altered conditions, among which are species of the genus *Astyanax* and a few other tetragonopterins which seem to live well in these kinds of environments. Very few microhabitats are available, although in areas in which aquatic vegetation is found along the edges, it is possible to find certain species apparently protected by the vegetation. In these kinds of environments genera of the loricariid family (*Sturisoma*, *Loricaria*, *Farlowella*, *Otocinclus*, *Hypoptopoma*, *Ancistrus*, *Hypostomus*) were common.

Particularly noticeable was the diversity, richness and abundance of many species in the clear water limestone areas of the Rio Miranda drainage in Bonito and adjacent areas. Migratory species such as the dourado (*Salminus maxillosus*), piraputanga (*Brycon microlepis*) and piau (*Leporinus* spp.) are fairly common and abundant, even in aquatic systems located near town. In some pools it is common to find tetragonopterins and large migratory species living under aquatic vegetation, as well as naked and armored catfishes living on the bottom and exploring the substratum for food.

Fisheries

In the Pantanal, flora and fauna combine into a complex hydrological system, formed by various aquatic subsystems such as rivers, corixos (small perennial water courses with defined channels which link adjacent bays), vazantes (natural water drainage channels which exist only during flood season and do not have permanent banks), ponds of different types, swamps and others (Mourão, 1989). This environmental heterogeneity allows for a high local ichthyofauna diversity when, during the rainy season, the rivers overflow and many of these water bodies coalesce into vast floodplains, creating extensive habitats for fish feeding and growth and ensuring enormous biomass production.

Most of the species important to the fisheries are piracema fishes (species that undertake upriver reproductive migrations). This strategy is used to maximize reproductive output, and is adapted to the predictability of the annual cycle of flooding and dry seasons. Resende et al. (1996) observed that these species have high fecundity and are total spawners, with a short reproductive period. During the dry season the fish concentrate in the rivers, gather in schools and migrate upstream. They reach the upper course at the beginning of the rainy season and breed. Shortly, adults, eggs and newly hatched larvae drift downstream, reaching the flooded areas where they stay during the high water period. As the waters begin to ebb, the fishes return en mass to the rivers in a phenomenon called the lufada (wind gust or flurry). This event is most conspicuous in the northern Pantanal. Ferraz de Lima (1981) describes how the piscivorous fishes congregate and wait for the small fishes while the fishermen, who have waited anxiously for this window of opportunity for highly productive fishery, ambush the large fishes.

Sixty-eight percent of the fisheries production of 1995 has originated only in the Rio Paraguai and Rio Cuiabá, with the other rivers – Rio Miranda, Rio Aquidauana, Rio Taquari, Rio Manso and Rio São Lourenço – following in decreasing order (Catella et al., 1997). Fishing currently focuses on the big- and medium-sized species of the Pantanal, considered "noble" because they are regarded as trophies by the sports fishermen and attain the best market values for the professional fishermen. Although more than 260 fish species occur in the area (Britski et al., 1999), only nine species represented more than 80% of the officially registered total of fish harvested in the Pantanal during the last few years. Among the characiforms, there are the pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), dourado (*Salminus maxillosus*), piranha (*Pygocentrus nattereri*) and curimbatá (*Prochilodus lineatus*). The others are siluriforms, namely the pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), barbado (*Pinirampus pirinampu*) and jaú (*Paulicea luetkeni*) (Catella et al., 1997). The studies by Mateus and Petrere (in press) suggest that the pintado is still being underharvested in the state of Mato Grosso. Once the cumulative data is computed by the Fisheries Control System of the State of Mato Grosso do Sul – SCPESCA/MS, established in 1994, information on the level of exploitation of the main species will be available.

The fisheries represent a very important socioeconomic activity in the Pantanal area, as much in the State of Mato Grosso as in the State of Mato Grosso do Sul. The fishing

season is interrupted each year for three months during the peak of the reproductive period, usually from November to January. Fisheries are divided into three main categories: i) subsistence fishing is part of the regional culture and an important source of protein for local riverine communities; ii) sports fisheries has become one of the main regional tourist attractions, especially in the State of Mato Grosso do Sul and iii) professional fisheries are a traditional activity directly involving 3,000 fishermen. Catella et al. (1996) commented on the local pantaneiros (people associated with the Pantanal): "over many generations, the professional fishermen accumulated a great deal of knowledge about the Pantanal ecosystems. They pinpoint fish schools and their displacements by observing the surface of the waters. They know the habitat, ideal time of the day and year, technique, and baits specific for the capture of each fish species and manufacture their own fishing instruments such as canoes, gill nets, cast nets, and fishhooks. They set up camps taking advantage of local resources, use several native plants as medicines or for their fibers, know the properties of a lot of woods for several purposes and are familiar with the habits of several members of the regional fauna." Recently they have devised a new fisheries category – the "bait fishery", that exploits about 6 species, mainly *Gymnotus* gr. *carapo*, that are sold in the thousands to sports fishermen to use as bait (Espinoza, 1996).

Unfortunately, we do not have a long and continuous series of data on the fish landings in the Pantanal. A synthesis of the available information can be seen in Table 6.3.

Looking at the data for fish landings in Table 6.3, three important aspects are evident: i) Mato Grosso historically adopted more liberal fisheries policies, allowing a larger capture, as observed by Welcomme (1986); ii) starting in the 1980's, in both states, the professional fisheries became less productive with the banning of the use of more efficient equipment such as gillnets and cast nets, which was also reflected in rising fish market values and iii) from that decade onwards, the fisheries profile changed radically, mainly in the State of Mato Grosso do Sul, with the increasing growth of the sports fishery, that began to account for 70% to 80% of the fishes landed.

The annual number of sports fishermen that visit Mato Grosso do Sul jumped from 17,000 in the 1979-1981 period (Silva, 1986), to 43,921 in 1995 (Catella et al., 1997) and to 51,561 in 1996 (Catella and Albuquerque, in preparation). The sports fishing tourist segment was structured to offer transport, lodging, catering and other services specific for that clientele. The number of sports fishermen that go to the State of Mato Grosso is at most 1/3 of the movement directed to Mato Grosso do Sul.

It can be seen therefore, that the State of Mato Grosso do Sul, under the pressure of a strong lobby, adopted policies on the use of the fisheries resources that prioritized the sports fishing. This is made evident by the restrictive measures imposed on the professional fisheries by the state legislation. However, Petrere et al. (1993) question the impacts of that policies on the conservation of the fisheries resources of the area. They affirm that if the option was made for legislation more attuned to the longings of the professional fishermen, surely they would become some of the strongest allies in the cause for the conservation of those resources and enforcement of the fisheries regulations. They further note that it is necessary to respect the way of life and worldviews of the local professional fishermen, which should be considered as part of the cultural patrimony of Brasil.

THREATS AND CONSEQUENCES

Upper Rio Negro

The most obvious threats to the fishes of the Pantanal are due to human occupation which has resulted in deforestation for development of cattle ranching and agricultural activities, as well as tree cutting for charcoal production. In most areas the riparian forest is disturbed to a high degree, except for some stretches adjacent to the waterfalls. Deforestation decreases the amount of allochthonous material entering the stream systems and promotes erosion and siltation, by which the stream bottom is covered by finer sediments. The decrease in the amount of allochthonous input removes a critical source of nutrients,

Table 6.3. Fish landings (metric tons) in the Pantanal of Mato Grosso (MT) and Mato Grosso do Sul (MS), for the years 1995 and 1996 and average for the period from 1980 to 1989.

YEAR	Professional Fisheries MT	Professional Fisheries MS	Sports Fisheries MS
1980/89	4,826	2,206	?
1995	1,020	310	960
1996	?	275	1,034

Sources: Catella et al. (1997), Catella and Albuquerque (in preparation), Catella et al. (in preparation).

the main source of energy for these headwater systems. This effect, coupled with siltation, results in great reduction of the three main food resources for headwater fishes – which are allochthonous invertebrates, aquatic invertebrates and hard substrate-associated bottom algae.

Deforestation also makes rivers become flashier, meaning that the decrease in the amount of dead trees and branches in the stream decreases habitat heterogeneity and reduces the amount of potential niches, which reduces species diversity. Insolation is another affect which can drastically affect the survival of certain fish species. Reforestation of the impacted areas with native plants seems to be the most reasonable solution to increase the offer of allochthonous food for fishes and to avoid erosion of marginal soil. In the Upper Rio Taboco area, the veredas are very fragile ecosystems especially threatened by siltation.

Other threats due to human presence include the use of pesticides in agriculture. In some places in the Upper Rio Negro region, camp sites and fire pits near waterfalls were evident, indicating that at least some areas are receiving recreational use. Unregulated camping results in damage to the environment due to domestic pollution and habitat disturbance. Humans also burn and clear small areas, adding additional nutrients and unsightly trash.

The acceleration of these processes of human interference will aggravate the situation in the future, but the degree of negative impact can not be too great since the diversity of fishes in this area is still relatively high. In general, sections below waterfalls were better preserved (especially Rio do Peixe and Kubota Waterfalls); consequently the areas that present the best opportunity for conservation are those less altered and with high diversity, such as the Rio do Peixe. Overall, the freshwater fish fauna of headwater areas within this region is little known and poorly sampled, and extensive and large scale surveys and studies are needed for a better evaluation of diversity and richness.

Middle Rio Taboco and Anhumas

The main threats to this region come from deforestation mainly for the formation of new pastures, *in situ* and in the headwaters. Introduction of exotic grasses has also been a common practice, and tourism activities, specially sport fishing, are increasing. Effects of deforestation and tourism are as described in other sections. In the Anhumas area, the Corrego Anhumas originates in the highlands and is a path for fish reproductive migrations. As it is a small to medium sized channel, small changes could have disastrous effects for fish reproduction in the area. Changes in the quality of water would directly affect the composition of the fish communities and the only clean water source for humans.

Middle Rio Negro

This region is still very pristine, but has been used for cattle ranching for some 200 years and currently tourism activities are increasing – mainly sport fishing and ecotourism. These tourism activities are regulated, but regulations are not enforced, and although deforestation and burning in the area is still not very intense, it was observed in some areas. Some farmers are planting exotic grasses to enhance productivity, but deforestation in the headwater region seems to be a greater threat for this area and would result in severe siltation of the Middle Rio Negro, a process that is already advanced in the Rio Taquari to the north. This would reduce flow in the river and elevate the river bed, preventing navigation even in small boats. It would also cause higher and longer flooding of the area, affecting the dynamics of all local and downstream ecosystems. There would be a decrease in the availability of food for fishes, specially during the high water period, and availability of reproduction sites and refuges for young would also be altered. Any decrease in availability of fishes would have a large impact on waterbird populations due to lack of food for adults and young. Also, as the forests are mainly situated on slightly higher ground, their removal would result in rapid erosion of regional geographical features since the soil is mostly sand. Deforestation would eliminate the ability of the region to retain soils, causing siltation.

The Hidrovia Paraguai-Paraná dredging project is not expected to have a large impact on the headwater regions, but it will affect the Anhumas and Middle Rio Taboco, and could be devastating to the Middle and Lower Rio Negro. The most direct effects would be a decrease in the amount of flooded area and a drop in the duration and intensity of these floods. Baías would dry up or become salinas, swamps would also disappear and braços mortos would eventually fill with sand, mud, and debris in response to lack of flooding. Main channels would become the primary fish habitat without the rejuvenating influences of the floods. Fish biomass and number of species would then plummet due to the loss of flooded area and decrease in habitat diversity. Additionally, lack of flooding would cause many fish species to not receive the cue to reproduce, and destruction of nursery areas would prevent many juveniles from ever reaching adulthood. Even adults are highly dependent on foraging in flooded areas, since much of their yearly growth occurs during this period. Other dredging and channelization projects would have the same impact within their area of influence.

Lower Rio Negro

The threats to this area are much the same as for the Middle Rio Negro region, deforestation has been more intensive, tourism and sport fishing are much more common and burning occurs more often. The effects of deforestation, burning and the Hidrovia Paraguai-Paraná have already been discussed in the previous section. The baías are unique ecosystems with high diversity and richness. As such, they represent good opportunities for the establishment of

conservation units in the Pantanal.

The area is easily accessible, several hotels are already established there and many of the farms are being run partly as hotels. Tourism and fishing activities promote a high volume of river traffic, and significantly more trash was seen along the river here than in any other part of the Rio Negro basin. The great increase in tourism activities in the area can have serious consequences if not regulated and if regulations are not properly enforced, including disturbance of the environment and direct influence on bird species and also mammals and reptiles. Excess of people and disregard of appropriate behavior for animal watching have greatly disturbed nesting waterbird colonies in the area. In the last three years, birds have abandoned eggs and young, in part due to tourism activities. The large amount of river traffic also enhances erosion of river margins and consequently increases water turbidity.

Sport fishing can reduce fish stocks and remove the largest individuals from a given population. The activity is regulated, but enforcement of those regulations can be difficult. Other problems related to sport fishing are increased river traffic which results in disturbance and erosion, increased amounts of trash and harvesting of bait fishes. The main bait fishes in the region are *Gymnotus*, *Astyanax*, and *Triportheus* species. Their harvesting promotes reduction of their populations and some methods greatly disturb the sites where it is done.

Introduction of exotic species is always dangerous, as numerous examples around the world have already shown. No introduced fish taxa were collected by the AquaRAP expedition, but the tucunaré (*Cichla* spp.) has been introduced into the region (Catella et al., 1996). There is always the danger that others (e.g., *Tilapia* spp., *Cyprinus carpio*, various siluriforms, various centrarchids, *Poecilia reticulata*) may be transplanted as well. There is no reason to introduce species into the Pantanal. Productivity is already remarkably high, and suitable gamefish abound (e.g., dourado (*Salminus maxillosus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piranha (*Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus* spp.), etc.) (Catella et al., 1996).

Upper Rio Aquidauana

The small number of collecting activities in this area does not allow further comments about the representativeness of the region beyond what has already been said about headwaters in general. Of the three streams sampled, one (about seven kilometers north of Rochedo) was relatively well conserved and revealed a higher diversity than the other two.

Upper Rio Taquari

In general, the aquatic environments of this region are more altered than those of the Upper Rio Negro. As a consequence, this region as a whole is more threatened. The degree of deforestation is very high as a consequence of human occupation: cattle ranching is very intense, leaving very little riparian vegetation along the rivers and streams and causing high siltation of all the rivers in the area. In spite of all the negative impact, fish diversity is still high, particularly below the waterfalls. Certain bodies of water, such as veredas when intact or little altered, represent unique ecosystem with high diversity and endemism, and are highly recommended for conservation. All the comments about threats, opportunities for conservation and recommendations for the Upper Rio Negro also apply for this region.

Upper Rio Miranda

In this region, actively promoted tourism has kept ecosystems well preserved. Since fisheries and navigation are not allowed, fish populations are naturally protected in most places. The main threats to the ecosystem, however, are human occupation and over-population of cities caused by an increase of tourism activities which might interfere with the natural balance of the aquatic systems, in turn affecting the diversity and richness of fish populations. In addition, exploitation of limestone for industrial purposes can indirectly promote deforestation, which causes erosion of the soil and siltation of water bodies and alters the quality of the water. Many areas in this region represent good opportunities for conservation, and certain spots are actually already protected because of tourism. Consideration of other conservation units (e.g., entire drainages) is highly recommended, considering the existence of many migratory species (Ferraz de Lima, 1987; Resende et al., 1995).

The fish fauna as a whole is quite peculiar and includes many endemic forms, and diversity is high compared to the other headwater regions. Because the knowledge of ichthyofauna is still incipient, extensive surveys are highly recommended in order to provide additional information during the implementation of conservation and management policies in the region. Additionally, studies of the biology and life cycles of migratory species, such as *Brycon microlepis*, *Salminus maxillosus* and *Prochilodus lineatus*, are highly recommended in order to better protect these species.

PROPOSED RECOMMENDATIONS FOR CONSERVATION AND FUTURE RESEARCH

- In headwater regions, those areas that are still pristine should be preserved in order to maintain a healthy forested river margin. Deforestation should be discontinued and a program of reforestation along river margins should be implemented.

- Scenic places, like waterfalls and rapids are already

being utilized, but in an unregulated and unorganized way, and could be used as source of income if local tourism was organized and promoted. Educational programs should be devised to help increase awareness of the importance of preservation and healthy tourism, especially at the Rio do Peixe falls at Buraco das Araras (N04) and Cachoeira do Kubota (N06). Utilization of scenic places near Bonito is already occurring.

- The buritizais (one of the types of flooded habitats dominated by the palm *Mauritia*) of the Upper Rio Taboco region must receive special attention because of the uniqueness of their communities and importance as sources of clean water.

- For the lowland areas visited by the expedition, protection of still pristine areas must be promoted. This could be done by increasing ecotourism activities, but first these activities must be regulated and a structure for the enforcement must be devised. Educational programs for local owners, guides, and fishermen should also be devised and put into practice as soon as feasible, focusing on trash disposal, pollution control, good fishing practices (especially promotion of catch and release fishing, already a law for the Rio Negro basin but still not followed by the majority of the fishermen) and general behavior outlines while in the region.

- The Brejo do Santa Sofia (N18) in the Middle Rio Negro region must receive special attention, with programs of information targeting local landowners and, if possible, establishment of a conservation unit.

- The Rio Taboco sub-basin should also receive special attention to preserve its faunistic differences from the Rio Negro.

- There is a potential in the area for the establishment of cooperatives with local people to extract aquarium fishes from lakes in the Middle and Lower Rio Negro regions. Life-history studies, estimates of population sizes and impact studies are necessary to begin managing these resources properly.

- Caiman (*Caiman yacare*), capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), paca (*Agouti paca*) and pecari (*Tayassu pecari*) are currently raised in captivity. These projects are small at the moment, but should be encouraged. Management of wild populations is also encouraged, since these species are very popular with the tourists.

- Additional life-history studies of migratory fish species (e.g., *Brycon microlepis*, *Salminus maxillosus* and *Prochilodus lineatus*) are encouraged. They are commercially and recreationally exploited. Because these species often swim long distances, large conservation units, such as entire drainages, need to be considered. International cooperation is required because some fishes cross country borders.

- Activities which decrease the amount of flooded area or alter the intensity and duration of the seasonal floods need to be curtailed. These activities include, but are not limited to, dredging, channelization and the Hidrovia Paraguai-Paraná project. Seasonal flooding is the primary ecological factor in the Pantanal, and elimination of this flooding would result in loss of aquatic habitat area, decrease in habitat complexity, drop in fish biomass and decrease in the number of fish species. Since fishes are an integral part of the food chain, many reptiles and birds would also suffer from loss of prey. Commercial and recreational fisheries would collapse.

LITERATURE CITED

Agostinho, A.A. and M. Zalewski. 1995. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River, Brasil. Hydrobiologia 303:141-148.

Bockmann, F.A. 1994. Description of *Mastiglanis asopos*, a new pimelodid catfish from northern Brasil, with comments on phylogenetic relationships inside the subfamily Rhamdiinae (Siluriformes: Pimelodidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 107:760-77.

Bonetto, A.A. 1986. Fish of the Paraná system. *In* The ecology of river systems. Pp. 573-588. B.R. Davies and K.F. Walker (eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Boulenger, G.A. 1895. Abstract of a report on a large collection of fishes formed by Dr. C. Ternetz at various localities in Mato Grosso and Paraguay, with descriptions of new species. Proceedings of the Zoological Society of London 34:523-529.

Britski, H. A., K. Z. S. de Silimon, and B. S. Lopes. 1999. Peixes do Pantanal: manual de identificação. EMBRAPA, Brasília, Brasil. 184 pp.

Buckup, P.A. 1993. Review of the characidiin fishes (Teleostei: Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. Ichthyological

Exploration of Freshwaters 4:97-154.

Burgess, W.E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey. 784 pp.

Calheiros, D.F. and C.J.A. Ferreira. 1996. Alterações limnológicas no Rio Paraguai ("dequada") e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense - MS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 7. 48 pp.

Castro, R.M.C. and L. Casatti. 1997. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River basin, southeastern Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters 7:337-352.

Catella, A.C. and F.F. de Albuquerque. In preparation. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul - SCPESCA-MS III Ano de 1996.

Catella, A.C., F.F. de Albuquerque, J. Peixer, and S. da S. Palmeira. In preparation. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul - SCPESCA-MS II Ano de 1995.

Catella, A.C., J. Peixer, and S. da S. Palmeira. 1996. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 1 maio/1994 a abril/1995. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Documentos 16. 49 pp.

Catella, A.C., J. Peixer, S. da S. Palmeira. 1997. Ictiofauna. *In* Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai - PCBAP-. Volume 2, Tomo 3. Pp. 325-400. Programa Nacional de Meio Ambiente (eds.). Ministério do Meio Ambiente/Programa Nacional de Meio Ambiente, Brasília.

Catella, A.C. and M. Petrere Jr. 1996. Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça, a floodplain lake of the Aquidauana River, Pantanal, Brasil. Fisheries Management and Ecology 3:229-237.

Collette, B.B. 1974. South American freshwater needlefishes (Belonidae) of the genus *Pseudotylosurus*. Zoologische Mededelingen 48:169-186.

Collette, B.B. 1982. South American freshwater needlefishes of the genus *Potamorrhaphis* (Beloniformes: Belonidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 95:714-747.

Eigenmann, C.H. 1911. III. New characins in the collection of the Carnegie Museum. Annals of the Carnegie Museum 8:164-181.

Eigenmann, C.H. and C.H. Kennedy. 1903. On a collection of fishes from Paraguay, with a synopsis of the American genera of cichlids. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 55:497-537.

Eigenmann, C.H., W.L. McAtee, and D.P. Ward. 1907. On further collections of fishes from Paraguay. Annals of the Carnegie Museum 4:110-157.

Ellis, M.M. 1913. The gymnotid eels of tropical America. Memoirs of the Carnegie Museum. 6:109-195.

Eschmeyer, W.N. (ed.). 1998. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco. 3 volumes, 2905 pp.

Espinoza, L.W. 1996. Principais espécies de iscas utilizadas para pesca turística e sua importância sócio-econômica na região de Corumbá - MS, Pantanal. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CEUC, Corumbá. 92 pp.

Ferraz de Lima, J.A. 1981. A pesca no Pantanal de Mato Grosso. *In* Congresso Brasileiro de Engenharia da Pesca. Pp. 503-515. No. 2. Resumos, Recife.

Ferraz de Lima, J.A. 1987. A pesca no Pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: importãncia dos peixes migradores). Acta Amazonica 16/17:87-94.

Fowler, H.W. 1932. Zoological results of the Matto Grosso expedition to Brasil in 1931,-I. Fresh water fishes. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 84:343-377.

Géry, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey. 672 pp.

Géry, J., V. Mahnert, and C. Dlouhy. 1987. Poissons characoïdes non Characidae du Paraguay (Pisces, Ostariophysi). Revue Suisse de Zoologie 94:357-464.

Godinho, H.P. and A.L. Godinho. 1994. Ecology and conservation of fish in southeastern brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. In Acta Limnologica Brasiliensia, Volume V. Pp.187-197. F.A.R. Barbosa (ed.). Fundação Biodiversitas, Sociedade

Brasileira de Limnologia, Belo Horizonte.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forest. University of California Press, Berkley. 280 pp.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

Isbrücker, I.J.H. 1981. Revision of *Loricaria* Linnaeus, 1758 (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Beaufortia 31:51-96.

Kullander, S.O. 1982. Cichlid fishes from the La Plata basin. part IV. review of the *Apistogramma* species, with description of a new species (Teleostei, Cichlidae). Zoologica Scripta 11:307-313.

Kullander, S.O. 1984. Cichlid fishes from the La Plata basin. part V. description of *Aequidens plagiozonatus* sp. n. (Teleostei, Cichlidae) from the Paraguay River system. Zoologica Scripta 13:155-159.

Lowe-McConnell, R.H. 1975. Fish communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology, and evolution. Longman Group Limited, New York. 337 pp.

Lowe-McConnell, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New York. 382 pp.

Lundberg, J.G., L.G. Marshall, J. Guerrero, B. Horton, M.C.S.L. Malabarba, and F. Wesselingh. 1998. The stage for neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. *In* Phylogeny and classification of neotropical fishes. Pp. 13-48. L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena, and C.A.S. Lucena (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.

Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of the continental waters of America (peces eléctricos de las aguas continentales de América). Biblioteca de la Academia de Ciencias Fisicas, Matematicas, y Naturales. Vol. XXIX, Caracas, Venezuela. 225 pp.

Mateus, L.A.F. and M. Petrere. (in press). Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, in the Cuiabá River Basin, Pantanal of Mato Grosso, Brasil.

Mourão, G.M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina") do Pantanal da Nhecolândia, MS. Masters Thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 135 pp.

Muller, S. 1989. Description de deux nouvelles espèces paraguayennes du genre *Ancistrus* Kner, 1854 (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Revue Suisse de Zoologie 96:885-904.

Pearson, N.E. 1937. The fishes of the Beni-Mamoré and Paraguay basins, and a discussion of the origin of the Paraguayan fauna. Proceedings of the California Academy of Sciences 23:99-114.

Petrere, M.P., A.C. Catella, C. Araújo Lima, and F.L. Nascimento. 1993. Comentários sobre a situação da pesca no Pantanal, Corumbá. Unpublished manuscript. 6 pp.

Reis, R.E. 1997. Revision of the neotropical catfish genus *Hoplosternum* (Osteriophysi: Siluriformes: Callichthyidae), with the description of two new genera and three new species. Ichthyological Exploration of Freshwaters 7:299-326.

Resende, E.K. de, A.C. Catella, F.L. Nascimento, S. da S. Palmeira, R.A.C. Pereira, M. de S. Lima, and V.L.L. de Almeida. 1995. Biologia do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 2. 75 pp.

Resende, E.K. de, R.A.C. Pereira, V.L.L. de Almeida, and A.G. da Silva. 1996. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do Rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 3. 36 pp.

Retzer, M.E. and L.M. Page. 1996. Systematics of the stick catfishes, *Farlowella* Eigenmann & Eigenmann (Pisces, Loricariidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 147:33-88.

Ringuelet, R.A., R.H. Aramburu, and A. Alonso de Aramburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. La Plata. 602 pp.

Roberts, T.R. 1972. Ecology of the fishes in the Amazon and Congo basins. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 143:117-147.

Saul, W.G. 1975. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 127:93-134.

Sazima, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. Journal of Fish Biology 29:53-65.

Sazima, I. and E.P. Caramaschi. 1989. Comportamento alimentar de duas espécies de *Curimata* sintópicas do Pantanal de Mato Grosso (Osteichthyes, Characiformes). Revista Brasileira de Biologia 49:325-333.

Sazima, I. and S. de A. Guimarães. 1987. Scavenging on human corpses as a source for stories about man-eating piranhas. Environmental Biology of Fishes 20:75-77.

Sazima, I. and F.A. Machado. 1982. Hábitos e comportamento de *Roeboides prognathus*, um peixe lepidofágico (Osteichthyes, Characoidei). Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo 7:37-56.

Sazima, I. and F.A. Machado. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brasil. Environmental Biology of Fishes 28:17-31.

Sazima, I., F.A. Machado, and J. Zuanon. 2000. Natural history of *Scoloplax empousa* (Scoloplacidae), a minute spiny catfish from the Pantanal wetlands in western Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters 11:89-95.

Schaefer, S.A. 1997. The neotropical cascudinhos: systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 148:1-120.

Silva, M.V. da. 1986. Mitos e verdades sobre a pesca no Pantanal Mato-Grossense. Campo Grande, MS. Secretaria de Planejamento. 146 pp.

Watson, D.J. and E.K. Balon. 1984. Structure and production of fish communities in tropical rain forest streams of northern Borneo. Canadian Journal of Zoology 62:927-940.

Weber, C. 1986. Revision de *Hypostomus boulengeri* (Eigenmann & Kennedy), et deux espèces nouvelles de poissons-chats du Paraguay (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Revue Suisse de Zoologie 93:979-1007.

Weitzman, M. 1985. *Hyphessobrycon elachys*, a new miniature characid from eastern Paraguay (Pisces: Characiformes). Proceedings of the Biological Society of Washington 98:799-808.

Welcomme, R.L. 1986. Proposal for studies of the fisheries of the Pantanal. FAO. Unpublished manuscript. 6 pp.

Zaret, T.M. and A.S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology 52:336-342.

CHAPTER 7

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL STRUCTURE IN ASSEMBLAGES OF FRESHWATER FISHES IN THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Barry Chernoff and Philip W. Willink

ABSTRACT

The 193 species of freshwater fishes collected during the AquaRAP expedition to the Pantanal of Mato Grosso do Sul were analyzed to determine if any distributional patterns existed within the region collected. Within the Pantanal, we grouped collections into nine subregions, seven macrohabitats and three water classes. The following null hypotheses were tested and rejected: i) that fishes are randomly distributed with respect to region; and ii) that fishes are randomly distributed with respect to macrohabitat. The results relative to classes of water were ambiguous. The results show that a strong headwater versus

This paper will test two null hypotheses that are critical to the conservation of freshwater fishes of the Pantanal, as follows: that the fishes are randomly distributed among (i) nine subregions, ii) three classes of water and iii) seven macrohabitats. To test these hypotheses we add to the relatively new approaches of Chernoff et al. (in prep.) as well as use methods developed by Atmar and Patterson (1993). Because the three null hypotheses are rejected, we then estimate the changes in the ichthyofauna that might take place given particular environmental threats.

METHODS

Fish collections within the Pantanal were divided into nine geographic regions (Map 2). The Rio Negro was sampled at four regions: Upper Rio Negro, Anhumas, Middle Rio Negro and Lower Rio Negro. Also within the Rio Negro drainage but treated separately were the Upper and Middle Rio Taboco. In addition, we surveyed the upper or headwater regions of the Rio Taquari, Rio Aquidauana and the Rio Miranda.

At each collecting locality a number of ecological variables, such as bottom type, shore type, current, etc., were obtained from which we were able to categorize each station into principal macrohabitat type. Because of the paucity of collections in lakes or lagoons the data from these locations were lumped into a single category referred to as lagoons. There were no true lakes, that is water bodies with endorheic drainage basins – rather, there were lagoons with either a small connection to a river or just temporally isolated from the river. We also combined the data for baías and salinas. Rivers, streams and tributaries were referred to as headwater rivers and maintained separately from lowland rivers. Not only were the bottom and shore characteristics different but also the headwater macrohabitats often had rapids and falls that were not present in the lowlands.

At each locality we scored whether aquatic grasses were present, whether there was riparian forest and if there was flooded vegetation. Flooded vegetation included mats of vegetation that were floating (e.g., *Eichhornia*). We tested whether each of these vegetational characteristics had an affect on the numbers of species present and on the abundances for each of the species. The effects were analyzed using Friedman's nonparametric ANOVA. This test is based upon relative ranks. Identical results were obtained with Wilcox's Q-test. These analyses were performed using STATISTICA, version 4.0.

In order to determine if the number of collections per region or per macrohabitat was affecting the estimates of species richness, a linear regression, pooled among groups, was calculated such that the regression line was forced through the origin. This was done because without collections no species would have been captured. If the analysis of variance (ANOVA) of the regression was significant, testing the slope against a null hypothesis of zero, then analysis of covariance (ANCOVA) was performed to see if other hypothesized effects (i.e., headwaters vs. lowlands) were significant. In ANCOVA, the qualitative group variable (i.e., elevational group) is entered as the independent variable, the number of species is the dependent variable and the number of collections serves as the covariate. If the F-statistic of the ANCOVA is significant, two further tests must be carried out to determine if the difference is attributable to the independent variable. The first tests the null hypothesis that the within-group variances are equal. The second tests the null hypothesis of homogeneity of within-group slopes. If one fails to reject both null hypotheses, then the significance of the F-statistic is attributable to the differences indicated by the independent variable.

Chernoff et al. (1999) selected Simpson's Index of Similarity, S_s, as the most consistent with data collected during rapid inventories or with point source data. Simpson's Index uses the following table format to calculate the similarity between two lists or samples of species:

		Sample 1	
		1	**0**
Sample 2	**1**	***a***	***b***
	0	***c***	***d***

where, *a* is the number of positive matches or species present in both samples, *b* is the number of species present in sample 2 and absent from sample 1, *c* is the converse of *b*, and *d* is the number of negative matches or species absent from both localities. Simpson's Index of Similarity, $S_s = a/(a+b)$, where $b < c$, or $S_s = a/n_s$ where n_s is the number of species present in the smaller of two lists. The denomenator of the index eliminates interpretation of the negatives – absent species. The 0's in the matrices are really coding artifacts or place holders for missing data.

In order to interpret the observed similarity of two samples, both of which are drawn from a fixed larger universe (e.g., the set of all species captured during the AquaRAP to the Pantanal), we undertake a four step procedure. In step 1, we calculate S_s by reducing via rarefaction the number of species in the larger sample to equal the number of species in the smaller sample, n_s. This rarefaction and calculation of S_s is iterated 200 times. From the 200 simulations a mean similarity, S'_s, is calculated and reported in tables of similarity (e.g., Table 7.3). This procedure is repeated to calculate an S'_s for each pair of samples in the analysis (e.g., Table 7.3).

Interpreting the significances of the mean similarities among the samples requires simulations across the range of number of species found in the samples of subregions, water

classes and macrohabitats. In step 2, we simulate 200 random pairs of samples by bootstrapping with replacement from the set of all species captured during the expedition with the constraint that each random sample contains a fixed number of species for a given point in this range. For each random pair of the 200 we calculate their Simpson's Similarity.

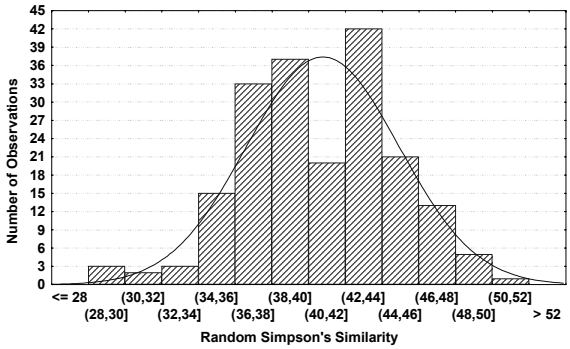


Figure 7.1. Distribution of Simpson's Similarity Index from 200 randomly simulated vectors of presence-absence data given the constraint that 193 species are present in each vector.

These 200 random similarities approximate a normal distribution (Fig. 7.1) from which we calculate a mean and standard deviation due to random causes; henceforth called mean random similarity, S^*_n, where n refers to the number of species present in the sample. For example, based upon the distribution shown in Fig. 7.1, S^*_{70} is 40.91 with an observed standard deviation of 4.63 (Figs. 7.2-3). Random similarity distributions were generated at intervals of 10 species in order to estimate S^*_n and its standard deviation for samples containing between 20 and 140 species. This range of random list-sizes encompasses the actual number of species observed in subregions and in macrohabitats. In step 3, the means and standard deviations are plotted against number of species present in a sample (Figs. 7.2-3). As the number of species present in a sample increases the observed similarity due to random effects also increases (Fig. 7.2), but the variance decreases (Fig. 7.3).

In step 4, we compare the observed mean similarity, S'_s, calculated from rarefaction (step 1) to the predicted value of S^*_n and its standard deviation from the regressions presented in Figures 7.2-3 (step 2). Using a 2-tailed parametric approach, the probability of obtaining the observed similarity at random is calculated from the number of standard deviations that the observed similarity was either above or below the mean of the bootstrap random distribution. This probability was obtained by iterpolation of the values presented in Rohlf and Sokal (1995: table A). The significance of the probability values was adjusted with the sequential Bonferroni technique (Rice, 1989) because each sample is involved in multiple comparisons.

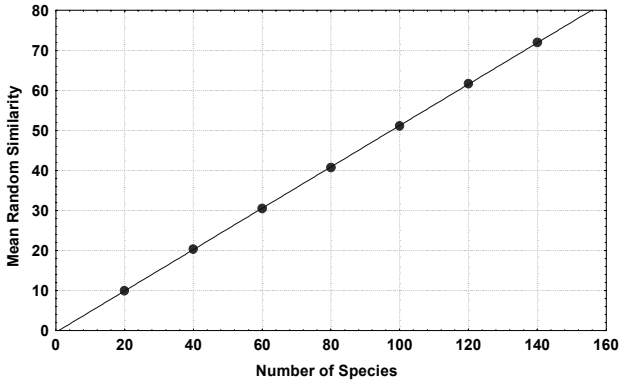


Figure 7.2. Mean random similarity, Simpson's Index, plotted against the number of species constrained to be present in the sample (abscissa). Each mean was calculated from 200 random samples with a given number of species present.

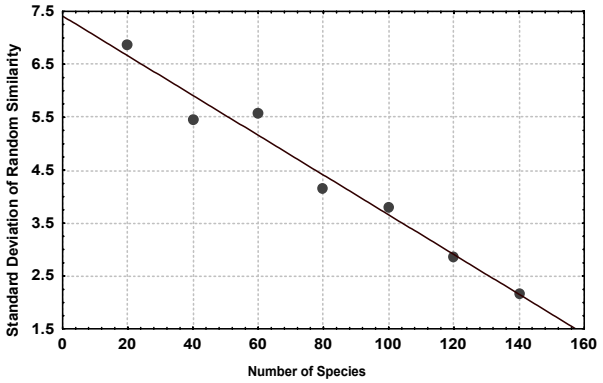


Figure 7.3. Standard deviation of random similarity, Simpson's Index, plotted against the number of species constrained to be present in the sample. Each standard deviation was calculated from 200 random samples with a given number of species present.

The sequential Bonferroni procedure is conservative, making it harder to reject a null hypothesis. We selected the P=0.01 level as our criterion for rejection of a null hypothesis. The value, 0.01, was divided by the number of off-diagonal comparisons present in the upper or lower triangle of the matrix of observed similarities. This new result is used as the criterion to evaluate the null hypothesis that $S'_s = S^*_n$. For example, in the lower triangle of Table 7.3 there are 36 similarities. In order to reject the null hypothesis, S'_s must be more than 3.5 standard deviations above or below S^*_n so that P<0.0003.

If S'_s is found to be significantly different from S^*_n, then we reject the null hypothesis and conclude that the observed *similarity* is not due to random effects. However, if S'_s falls within the random effects or if S'_s is greater than the random mean we fail to reject the null hypothesis concerning the *samples* – that the two *samples* are equal. In the former case we conclude that the two lists are drawn

homogeneously from a larger distribution. In the latter case, we conclude that the similarity is due to biological dependence or correlation, such as nested subsets. That is, one population forms the source population for another. If $S`_s$ is significantly less than $S*_n$, we reject the null hypotheses for equality of similarity and for equality of the samples. We can then search for biological or environmental reasons for the dissimilarities.

If we discover that similarities are not random, we can investigate whether the pattern of species presences in relation to environmental variables is non-random. The measure of matrix disorder as proposed by Atmar and Patterson (1993) calculates the entropy of a matrix as measured by temperature. Temperature measures the deviation from complete order (0E) to complete disorder (100E) in which the cells of a matrix are analogous to the positions of gas molecules in a rectangular container. After the container has been maximally packed to fill the upper left corner (by convention), the distribution of empty and filled cells determines the degree of disorder in the species distributions and corresponds to a temperature that would produce the degree of disorder (Atmar and Patterson, 1993). To test whether the temperature could be obtained due to random effects, 500 Monte Carlo simulations of randomly determined matrices of the same geometry were calculated. The significance of observed temperatures is ascertained in relation to the variance of the simulated distributions. Two patterns are consistent with a rejection of the null hypothesis by this method: that the distributions are nested subsets (Atmar and Patterson, 1993), or there is a clinal turnover in fauna. Software to calculate matrix disorder is available from Atmar and Patterson at the following internet site: http://www.fieldmuseum.org

RESULTS

I. Regions

The southern Pantanal contains four river basins: the Rio Taquari, the Rio Negro, the Rio Aquidauana and the Rio Miranda. Our strategy for surveying the southern Pantanal was to sample the headwaters of each of the four rivers and then to survey the Rio Negro from headwaters to its mouth near the junction of the Rio Paraguai. The Rio Negro was divided into six subregions (Maps 2, 3): Upper Rio Negro, Anhumas, Middle Rio Negro, Lower Rio Negro, Upper Rio Taboco and Middle Rio Taboco. Headwater regions of the Rio Taquari, the Rio Aquidauana and the Rio Miranda were also surveyed.

We made a total of 77 fish collections from all regions. The total number of fish species captured was 193. The species richness was not even among regions (Fig. 7.4), with

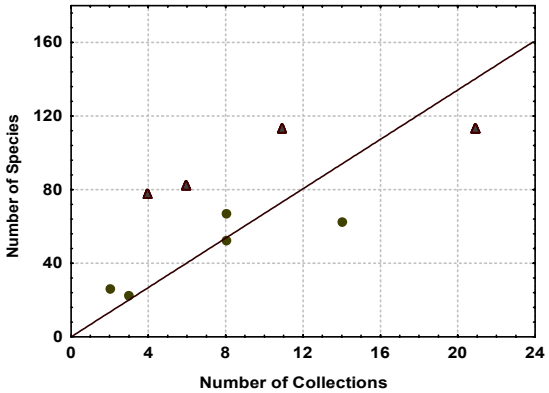


Figure 7.4. Relationship between collecting effort (number of collections) and number of species collected. The regression line forced through the origin is shown. Triangles represent lowland regions; circles represent headwater or upland regions.

the number of species per region ranging from 23 to 113. In addition to examining the disparity in species richness among regions, a critical question is whether there is the same number of species in the headwater regions as in the lowland regions. The mean number of fish species captured per region is 68.6. However, we found more than twice as many species in the lowlands (mean = 96.3) than we found in the headwater regions (mean = 46.4).

Because the numbers of collections per region were not equal, ranging from two to 21 (Fig. 7.4), differential effort could distort the difference in species richness between the headwaters and the lowlands. The mean number of collections per region was 7.0 and 10.5, for the headwaters and the lowlands respectively. The plot of number of species collected against the number of collecting stations (Fig. 7.4) appears to show a strong positive effect – greater collecting effort results in more species. The regression through the origin indicates a significant positive relationship (slope = 6.71 species/collection, $F=43.47$, $df=1,8$; $P<0.0002$). Despite the relationship, it still appears (Fig. 7.4) that lowland regions have higher species richness than do headwater regions because three of the lowland regions (Middle Rio Negro, Anhumas and Middle Rio Taboco) are well above the regression line. The results of ANCOVA indicate that the lowland regions have significantly more fish species than headwater regions ($F=21.35$, $df=1,6$, $P<0.004$); the tests of homogeneity of variances and slopes were not significant ($P>0.389$).

The disparity in fish species richness between headwaters (n=114 species) and lowlands (n=157 species) is apparent from the total list of species (Appendix 6). Headwater regions tend to have fewer species with more restricted ranges (Lowe-McConnell, 1999). As such, we would expect to find two types of species in the headwater

regions: i) species with broad elevational distributions, shared both by headwater and lowland species, and ii) species with narrower elevational preferences, not found in the lowlands. The headwater and lowland regions share 76 fish species, from which we observe their similarity, S'_s, to be 66.6%. Thus, 38 species were found exclusively in headwater regions (Table 7.1). A few of these are collecting artifacts, such as the two species of *Corydoras* and the *Cochliodon cochliodon*, which have broader distributions that include lower elevational habitats. However, the majority are indicative of upland (piedmont and above) environments or headwater streams (narrower, firm bottom, terra firme areas), for example, the particular species of *Astyanax, Ancistrus* spp., *Parodon gestri* and *Creagrutus* sp. A.

We should also expect the true headwater species to have relatively narrow ranges because headwater regions are relatively isolated from one another, acting much like islands (Lowe-McConnell, 1999). Of the 38 species that were collected only in the headwaters, only nine species were found to inhabit three of the five regions (Table 7.1). But at least two of these, the *Corydoras* and the *Cochliodon*, are artifactual. Thus, seven upland species are found in three or more areas; whereas only five species are found in pairs of headwater habitats (Table 7.1). The remaining 24 species were captured only within a single headwater region. Although a few species would again be artifactual as having narrow or spotty distributions (e.g., *Schizodon isognathus, Callichthys callichthys*), the majority are not. The result is that 63% of the species found only in the upper regions were captured in only a single region. Although continued sampling would undoubtedly increase the distribution of the collected taxa (Alroy, 1992), as well as add more fish species to the known list, we doubt seriously whether the majority of the species will be ubiquitously distributed. From this we conclude that the upland regions contain a combination of taxa: species with broad elevation tolerances and species preferring more upland, headwater habitats. Of the latter, the majority are not broadly distributed among the headwater areas, displaying instead spottier distributions. The headwater areas act as islands.

The lowland fish fauna was very diverse, containing 157 species. The majority of these species were found to be broadly distributed within the lowlands. Most (70%) were collected in two or more of the regions. In fact, 40 species (25.5%) were collected in each of the four lowland regions. There were 81 fish species collected only in the lowlands (Table 7.2). The lowland-only fauna contained species that are distributed in the Paraguai and the Amazon river basins (e.g., *Metynnis mola, Hemigrammus lunatus, Hoplosternum literale, Eigenmannia virescens, Mesonauta festivus*), and those that seem to be restricted to the Rio Paraguai-Paraná basin (*Triportheus nematurus, Bryconops* sp., *Ctenobrycon alleni, Dysichthys australe, Prionobrama paraguayensis*).

Table 7.1. Species of freshwater fishes found only in the upper regions of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Total (N=38)	**Three Regions**
Amaralia hypsiura	*Ancistrus* sp. 2
Ancistrus sp. 1	*Astyanax lineatus*
Ancistrus sp. 2	*Characidium* sp. 3
Astyanax lineatus	*Cochliodon cochliodon*
Astyanax sp. 1	*Corydoras aeneus*
Astyanax sp. 2	*Creagrutus* sp. A
Astyanax sp. 3	*Loricaria* sp. 3
Astyanax sp. 4	*Parodon gestri*
Brycon microlepis	*Piabarchus torrenticola*
Bryconamericus stramineus	
Bryconops sp. 2	**Two Regions**
Callichthys callichthys	*Astyanax* sp. 2
Characidium sp. 3	*Brycon microlepis*
Cochliodon cochliodon	*Bryconamericus stramineus*
Corydoras aeneus	*Hypostomus* sp. 3
Corydoras polystictus	*Phenacorhamdia hoehnei*
Creagrutus sp. A	
Farlowella sp. 2	
Hemigrammus lunatus	
Hyphessobrycon sp. 3	
Hypostomus sp.	
Hypostomus sp. 1	
Hypostomus sp. 2	
Hypostomus sp. 3	
Hypostomus sp. 4	
Loricaria sp. 2	
Loricaria sp. 3	
Megalonema platanus	
Otocinclus bororo	
Parodon gestri	
Phenacorhamdia hoehnei	
Piabarchus torrenticola	
Pseudocetopsis gobioides	
Pyxiloricaria menezesi	
Schizodon isognathus	
Sturisoma sp.	
Tatia neivai	
Tatia sp.	

Table 7.2. Species found only in the lowland collections from the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (n=81). Symbols: * - present in all four regions (n=8); • - present in three regions (n=22).

Anadoras weddellii	*Hemigrammus ocellifer*	*Odontostilbe* sp.
* *Aphyocharax rathbuni*	• *Hemigrammus ulreyi*	*Pamphorichthys hasemani*
* *Aphyocharax* sp.	*Hemiodopsis microlepis*	• *Parauchenipterus galeatus*
• *Apistogramma borellii*	*Hemiodopsis semitaeniatus*	• *Parauchenipterus striatulus*
* *Apistogramma commbrae*	*Hoplosternum littorale*	* *Piabucus melanostomus*
• *Apistogramma trifasciata*	*Hoplosternum* sp.	*Pimelodus maculatus*
Apteronotus bonapartii	• *Hyphessobrycon elachys*	*Potamorhina squamoralevis*
Brachychalcinus retrospina	• *Hyphessobrycon* sp. 1	• *Potamorrhaphis eigenmanni*
• *Brachyhypopomus* sp. A	*Hyphessobrycon* sp. 2	*Potamotrygon* sp.
Bryconops sp.	*Hypoptopoma guentheri*	*Prionobrama paraguayensis*
Catathyridium jenynsii	• *Laetacara dorsigera*	• *Psectrogaster curviventris*
• *Chaetobranchopsis australe*	*Leporinus lacustris*	*Pterygoplichthys* sp.
* *Characidium* sp. 1	*Leporinus macrocephalus*	*Pygocentrus nattereri*
• *Cichlasoma dimerus*	*Leporinus obtusidens*	*Rhamphichthys hahni*
* *Corydoras hastatus*	• *Lepthoplosternum pectorale*	• *Rineloricaria* sp. 2
* *Corydoras* sp. 2	*Liposarcus anisitsi*	*Rivulus punctatus*
Corydoras sp. 3	*Loricaria* sp. 1	*Roeboides bonariensis*
Corydoras sp. 4	*Loricariichthys labialis*	• *Roeboides paranensis*
Crenicichla semifasciata	*Markiana nigripinnis*	• *Satanoperca pappaterra*
Ctenobrycon alleni	*Megalechis thoracata*	• *Schizodon borellii*
Curimatopsis myersi	*Mesonauta festivus*	• *Scoloplax empousa*
• *Doras eigenmanni*	• *Metynnis mola*	*Serrasalmus marginatus*
Dysichthys australe	*Metynnis* sp.	*Tetragonopterus argenteus*
Eigenmannia virescens	*Ochmacanthus batrachostomus*	*Trachelyopterus coriaceus*
Entomocorus benjamini	*Ochmacanthus* sp.	*Trachydoras paraguayensis*
• *Entomocorus* sp.	*Odontostilbe kriegi*	*Trichomycterus johnsoni*
Gymnogeophagus balzanii	*Odontostilbe paraguayensis*	* *Triportheus nematurus*

Table 7.3. Number of species uniquely shared (upper triangle) and mean Simpson's Similarity coefficients, S'_s (lower triangle) among regions within the southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Similarity coefficients shown in bold are not significantly different from random similarity (P<0.0003). Abbreviations: ANH – Anhumas; LNEG – Lower Rio Negro, MNEG – Middle Rio Negro; MTAB – Middle Rio Taboco; UAQU – Upper Rio Aquidauana; UMIR – Upper Rio Miranda; UNEG – Upper Rio Negro; UTAB – Upper Rio Taboco; UTAQ – Upper Rio Taquari; n – number of species; u – number of unique species; %u – percentage of unique species.

	LNEG	**MNEG**	**ANH**	**MTAB**	**UTAB**	**UNEG**	**UTAQ**	**UAQU**	**UMIR**
LNEG		15	3	1	0	1	1	0	1
MNEG	78.76		1	0	2	0	1	0	1
ANH	79.27	79.27		2	0	2	0	0	0
MTAB	74.03	77.92	64.94		0	1	1	0	2
UTAB	61.54	69.23	73.08	61.54		1	0	0	0
UNEG	**47.76**	53.73	55.22	53.73	80.77		1	0	0
UTAQ	**39.62**	**45.28**	49.06	50.94	73.08	54.72		0	3
UAQU	47.83	65.22	60.87	65.22	56.52	82.61	82.61		0
UMIR	**46.03**	55.56	**44.44**	**49.21**	76.92	53.97	54.72	78.26	
n	113	113	82	77	26	67	53	23	63
u	13	10	2	1	0	8	8	0	8
%u	11.5	8.8	2.4	1.3	0	11.9	15.1	0	12.7

Only 30 of the lowland fish species were distributed in three or four of the regions (Table 7.2) comprising an assemblage of many ornamental or diminutive species (e.g., *Hemigrammus ulreyi, Scoloplax empousa, Apistogramma trifasciata*).

The pattern of similarities (Table 7.3) show that all but six of the mean Simpson's Similarity coefficients, S'_s, are significantly different from mean random similarity ($P<0.0003$). The relatively low value of P is due to the Bonferroni correction for multiple comparisons. The six coefficients that are not significantly different from random expectations are coefficients that compare headwater and lowland regions. Also note that each of the lower regions is involved. These similarities fail to reject the null hypothesis. The significant coefficients reject the null hypothesis that the similarities are derived at random. Because the coefficients are positive it indicates that the similarities are drawn from homogeneous distributions such that regional assemblages display dependence, correlation or nested subset relationships to one another.

The results of the entropy analysis indicate that the matrix of distributions by regions was not random. The observed matrix had an observed temperature of 29.44°. The result of 500 Monte Carlo simulations (Fig. 7.5) indicated that the observed temperature was 8.59 standard deviations cooler (lower) than the simulated mean ($P = 5x10^{-18}$). Therefore, there is significant structure in the distribution of the fishes among the regions. The results are consistent with a pattern of clinal turnover or nested subsets.

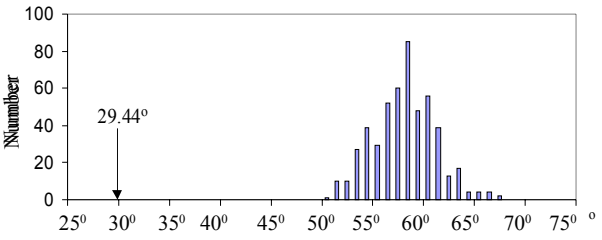


Figure 7.5. Distribution of matrix temperatures based upon 500 Monte Carlo simulations (histogram) displays a mean of 58.1° and a standard deviation of 3.34°. The observed matrix temperature, 29.44°, is 8.59 standard deviations below the random mean. The probability of obtaining the observed temperature by chance alone is $5x10^{-18}$.

The results of cluster analyses produced using Camin-Sokal parsimony and UPGMA were identical (Fig. 7.6). The results confirm the headwater versus lowland regional effect by the existence of the two large clusters (Fig. 7.6). Note that the three lowland regions of the Rio Negro cluster identically to each other forming a polychotomy; and the Middle Rio Taboco joins the cluster at a mere 0.02 distance units beyond. This indicates the large degree of homogeneity of the fish species assemblages among the lowland regions. Again, this result is most consistent with the lowland regions being nested subsets of one another.

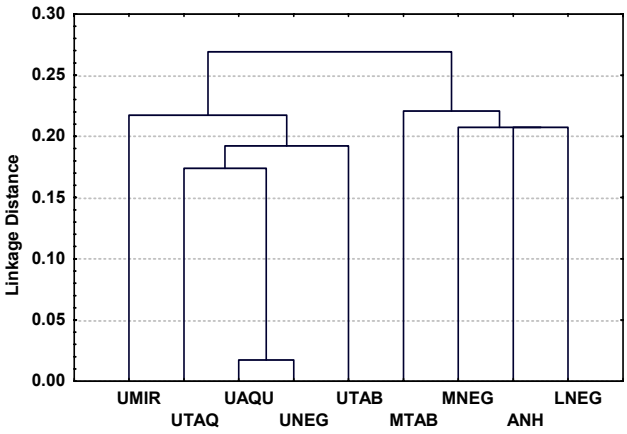


Figure 7.6. Camin-Sokal parsimony cluster analysis of regions within the Pantanal. Abbreviations: ANH – Anhumas; LNEG – Lower Rio Negro; MNEG – Middle Rio Negro; MTAB – Middle Rio Taboco; UAQU – Upper Rio Aquidauana; UMIR – Upper Rio Miranda; UNEG – Upper Rio Negro; UTAB – Upper Rio Taboco; and UTAQ – Upper Rio Taquari.

Within the headwater cluster, only the Upper Rio Negro and the Rio Aquidauana regions cluster tightly together. Because the remaining regions join the Upper Rio Taquari-Rio Aquidauana-Upper Rio Negro cluster at a distance up to 0.04 distance units, we interpret the assemblage relationships among the headwater regions as unresolved.

The overall patterns of similarity and species richness are displayed in the Gabriel Network (Fig. 7.7). This network summarizes three points that are important for conservation efforts within the region. The first is that the fish species richness (even though unscaled) is higher in the lowland than in headwater regions. This finding is consistent with other studies in Mato Grosso (Lowe-McConnell, 1999). The second is that within headwater regions and within lowland regions the values of similarities are, with two exceptions, very high (>70%) and positive. The third point is that similarities which correspond to transitions from the highlands to the lowlands are lower than those within elevational groupings (<62%). This last point is an indication of the strong faunal boundary between the headwater and lowland populations. For example, 30 fish species turnover between the Anhumas region and the Upper Rio Negro region. Ten species of the 26 present in the Upper Rio Taboco were not present in Middle Rio Taboco populations. We note that the similarities of the Lower Rio Negro with either the Upper Rio Taquari or the Upper Rio Miranda are very low (<50%). This may indicate that the regions are spatially autocorrelated, and that the number of shared species is a function of the river distance between regions.

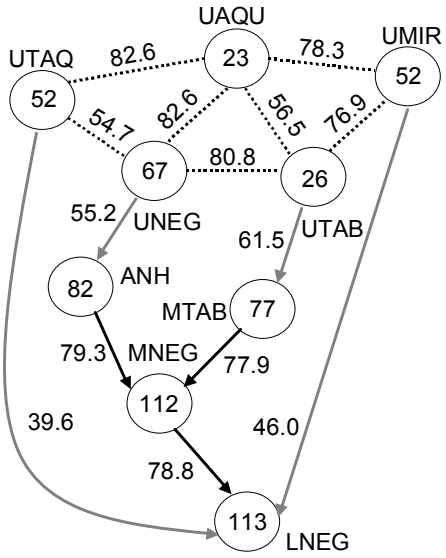


Figure 7.7. Gabriel network showing Simpson's Similarity coefficients (along lines) and species richness (within circles) for regions within the Pantanal. Black arrows indicate river connections among lowland regions. Gray arrows indicate river connections between upland and lowland regions. Dotted lines indicate comparisons among headwater regions. Abbreviations: ANH – Anhumas; LNEG – Lower Rio Negro; MNEG – Middle Rio Negro; MTAB – Middle Rio Taboco; UAQU – Upper Rio Aquidauana; UMIR – Upper Rio Miranda; UNEG – Upper Rio Negro; UTAB – Upper Rio Taboco; and UTAQ – Upper Rio Taquari.

The homogeneity of freshwater fish assemblages within either of the elevational groups is indicated by the lack of species shared uniquely between regions (Table 7.3). Only the Lower and Middle Rio Negro have an appreciable number which cannot be interpreted because these are the two most species rich regions (Table 7.3). But another indication of the homogeneity is that the number of species found uniquely within regions is very low. However, if we discount the Upper Rio Taboco and the Upper Rio Aquidauana, the two regions with the fewest fish species and the fewest collections, we note that the percentage of unique species is greater in the headwater regions (=12%) than in the lowland regions (<12%). This is another sign of the spotty distributions freshwater fish species in the headwater regions.

II. Water Type

We encountered three basic classes of water in the southern Pantanal: acid, black water; clear water and turbid – white water. We tested the null hypotheses that the similarity of fish species assemblages with respect to each other is not different than that drawn from a random distribution. The number of collections in each type of water was as follows: black water – 23, clear water – 42 and turbid water – 12. The largest number of fish species were collected in clear waters. Because there are only three classes we cannot use statistical methods to determine if there is a collections effect. However, if we take the ratio of number of species per collection, the results have the inverse rank to species richness. That is, turbid waters have 9.6 fish species per collection; whereas, clear waters have only 3.7 species per collection. The value for black waters was intermediate (6.1). Therefore, the least species-rich habitat has the greatest number of species per collecting effort.

Table 7.4. Mean Simpson's Similarity coefficients, S'_s among classes of water within the southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Asterisks indicate similarity coefficients that are significantly different from random similarity (P<0.003). Abbreviations: BW – black water; CW – clear water; and TW – turbid or white water; n – number of species; u – number of unique species; %u – percentage of unique species.

	BW	CW	TW
BW			
CW	73.8		
TW	88.6 **	81.7 **	
n	141	157	115
u	20	44	5
%u	14.2	28.0	4.4

The calculated similarities (Table 7.4) show that two of the null hypotheses were rejected. The similarity between clear water and black water habitats was not significantly different from random. The similarities of turbid with the other types were both significant (>7 standard deviations) and positive indicating faunal dependence between the water classes. We cannot test whether the matrix of fish species by water type is significantly patterned because there are only three classes. The faunal dependence between turbid waters and black waters or clear waters probably derives from the fact that most of region we sampled had both black waters and clear waters confluent with turbid waters. The sample of fish taxa in turbid waters are among the most broadly distributed species with respect to region and with respect to macrohabitat. Turbid waters represent an important source for recolonization of black or clear waters with common species. There were only few instances where clear waters were confluent with black waters. That their similarity was not different from random expectations is, therefore, not surprising.

III. Macrohabitats

The ecological data were combined into seven macrohabitats:

lowland rivers, headwaters, lagoons, swamps, backwaters, veredas, and baías (includes the single salina sampled). We will address the effects of three additional habitat descriptors associated with vegetation (flooded vegetation, grasses, and riparian forest) after establishing a pattern among the major macrohabitats.

The collecting effort per macrohabitat is shown in Table 7.5. Although it would appear that there is a high correlation between the number of collections and number of fish species (r=0.60) the correlation is not significant (P>0.05, df=1,5). The regression between these variables was also not significant (P=0.15). Therefore, we use the number of fish species collected as a general indication of rank species richness.

Lowland rivers, headwaters, swamps and backwaters contained about twice the number of fish species that were found in lagoons, veredas and baías. Both swamps and backwaters were particularly species rich, especially swamps, since only one third of the collections resulted in the same number of species as found in backwaters. These macrohabitats provide critical refugia for freshwater fishes. High fish species richness and abundance were found in vegetation present in these two habitats. Backwaters and swamps contained many fish species that were not collected elsewhere during our survey (Tables 7.5-6). This does not mean that the species (Table 7.6) live only in those two habitats but rather that these are high quality, productive macrohabitats in terms of numbers of species and their

Table 7.5. Number of species uniquely shared (upper triangle) and mean Simpson's Similarity coefficients, S'_s, (lower triangle) among macrohabitats within the southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Similarity coefficients shown in bold are not significantly different from random similarity with a Bonferroni correction (P>0.0005). Abbreviations: BA – baías and salinas; BK – backwaters; H – headwater rivers and tributaries; L – lakes and lagoons; R – lowland rivers; S – swamps; V – veredas; n – number of species; u – number of unique species; %u – percentage of unique species; #c – number of collections.

	R	H	L	S	BK	V	BA
R		6	0	2	4	0	0
H	63.0		0	4	1	8	1
L	78.0	57.6		0	1	0	1
S	78.3	**54.2**	84.8		16	0	1
BK	75.0	**44.9**	93.2	75.6		1	1
V	66.7	85.7	45.2	69.1	61.9		1
BA	72.7	56.8	75	88.6	90.9	**31.0**	
n	92	107	59	119	119	42	44
u	1	28	0	12	15	2	0
%u	1.1	26.2	0	10.1	12.6	4.8	0
#c	11	31	6	6	18	4	4

Table 7.6. Species of freshwater fishes collected only in backwater (n=15) and swamp (n=12) macrohabitats in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Backwaters only	**Swamps only**
Catathyridium jenynsii	*Apteronotus bonapartii*
Corydoras sp. 4	*Bryconops* sp.
Dysichthys australis	Cichlidae sp.
Hemigrammus ocellifer	*Creagrutus* sp.
Megalechis thoracata	*Crenicichla semifasciata*
Metynnis sp.	*Hoplosternum littorale*
Ochmacanthus batrachostomus	*Hoplosternum* sp.
Ochmacanthus sp.	*Leporinus lacustris*
Odontostilbe kriegi	*Loricariichthys* sp.
Odontostilbe sp.	*Pseudoplatystoma tigrinum*
Piabucus melanostomus	*Rhamphichthys hahni*
Piaractus mesopotamicus	*Trachelyopterus coriaceus*
Pterygoplichthys sp.	
Trachydoras paraguayensis	
Trichomycterus johnsoni	

Table 7.7. Species of freshwater fishes collected only in headwater macrohabitats in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (n=28).

Amaralia hypsiura	*Hemigrammus lunatus*
Ancistrus sp. 1	*Hypostomus* sp.
Ancistrus sp. 2	*Hypostomus* sp. 1
Astyanax sp. 1	*Hypostomus* sp. 2
Astyanax sp. 2	*Hypostomus* sp. 4
Astyanax sp. 3	*Loricaria* sp. 2
Astyanax sp. 4	*Megalonema platanus*
Bryconops sp. 2	*Otocinclus bororo*
Callichthys callichthys	*Phenacorhamdia hoehnei*
Characidium sp. 3	*Pseudocetopsis gobioides*
Cochliodon cochliodon	*Pyxiloricaria menezesi*
Creagrutus sp. A	*Schizodon isognathus*
Farlowella sp. 2	*Sturisoma* sp.
Piabarchus torrenticola	*Tatia* sp.

abundances. Lowland rivers were expectedly rich in fish species (Table 7.5). More than 98% of the fishes found in the lowland rivers have broad distributions geographically and ecologically so that only one species, *Loricaria* sp. 1, was collected uniquely in this macrohabitat.

The headwater rivers were also rich in fish species (Tables 7.5). Most importantly, 26% of the upland fluvial fauna was uniquely found in those macrohabitats (Table 7.7). This list comprises the majority of the taxa found in the analysis of the headwater regions (Table 7.1). While some of the taxa on this list are clearly artifacts of sampling (e.g., *Schizodon isognathus, Cochliodon cochliodon*), the majority are inhabitants of upland or at least terra firme habitats (e.g., *Otocinclus bororo*, *Bryconops* sp. 2, *Creagrutus* sp. A). Many of these fish species, while having broad distributions, are not continually distributed throughout river basins.

The distribution of fishes with respect to macrohabitat is not uniform. Only 10 fish species were found in all seven macrohabitats (Table 7.8). An additional 36 species are were found to inhabit five or six macrohabitats (Table 7.8). This entire group, 46 fish species (approximately 24% of total) contain members of each of the four principal fish groups: tetras, catfishes, electric fishes and cichlids. This group contains many species that are broadly distributed in the Amazon and Paraguai river basins (e.g., *Astyanax abramis, Leporinus friderici, Moenkhausia* spp.). The number of species that occupies more than a single habitat diminishes logarithmically (Fig. 7.8a), such that Y = 59.15 + 84.44*Log(X), where Y is the number of species and X is the number of macrohabitats (P<0.01). This means that many species were found only in a few macrohabitats and few species were found to occupy many macrohabitats. In order to estimate the minimum number of macrohabitats that would conserve the largest number of species we first calculated the cumulative percentage of species going from one to seven macrohabitats (Fig. 7.8b). The cumulative percentage of species (Y) increases logarithmically with increasing number of habitats occupied (X) determined by the regression (P<0.01) to be Y = 27.84 + 84.44*Log(X). From the second derivative of the regression we find that largest total decrease (89%) in the rate of change of cumulative percentage of species with respect to macrohabitats occurs at four macrohabitats. This provides the minimal number of macrohabitats occupied by the maximum percentage of species (89%) beyond which the rate of species accumulation decreases.

With the exception of three similarity coefficients, all other coefficients were significant (P<0.0005) and greater than mean random-similarity. These results indicate

Table 7.8. Species of freshwater fishes found only in seven (n=10), in six (n=15) or in five (n=21) macrohabitats within the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Seven Macrohabitats	**Five Macrohabitats**
Astyanax asuncionensis	*Acestrorhynchus pantaneiro*
Crenicichla edithae	*Aphyocharax dentatus*
Cyphocharax gillii	*Apistogramma borellii*
Eigenmannia trilineata	*Brachyhypopomus* sp. B
Hoplias sp. 1	*Brachyhypopomus* sp. C
Hoplias sp. 2	*Bryconamericus exodon*
Moenkhausia intermedia	*Characidium* sp. 1
Moenkhausia sanctaefilomenae	*Charax* sp.
Serrapinnus calliurus	*Gymnotus* sp.
Pyrrhulina australis	*Hemigrammus ulreyi*
	Hyphessobrycon sp. 1
Six Macrohabitats	*Laetacara dorisgera*
Aequidens plagiozonatus	*Leporinus friderici*
Aphyocharax anisitsi	*Leporinus striatus*
Aphyocharax paraguayensis	*Moenkhausia dichroura*
Astyanax abramis	*Odontostilbe microdon*
Bryconops sp. 1	*Otocinclus mariae*
Bujurquina vittata	*Otocinclus vittatus*
Characidium sp. 2	*Pimelodella* sp.
Curimatella dorsalis	*Rineloricaria* sp. 1
Gymnocorymbus ternetzi	*Triportheus nematurus*
Holoshesthes pequira	
Hyphessobrycon eques	
Poptella paraguayensis	
Psellogrammus kennedyi	
Steindachnerina brevipinna	
Synbranchus sp.	

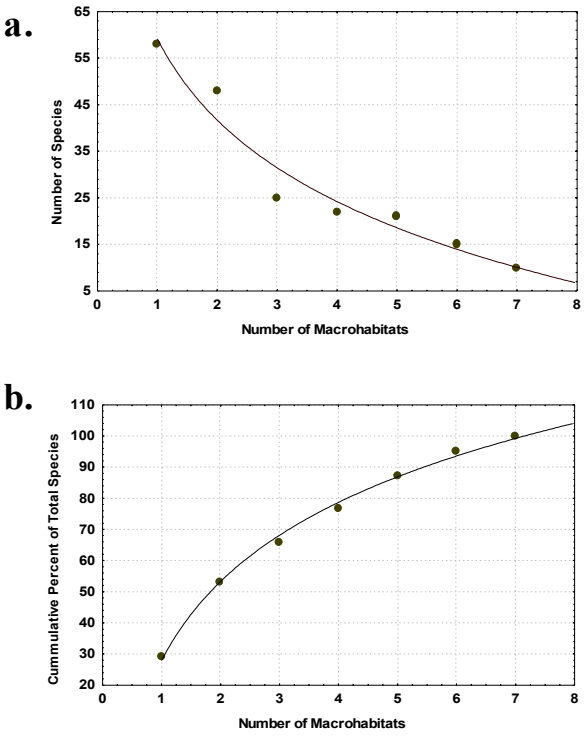


Figure 7.8. The number of species (a) and the percent cumulative frequency of species (b) plotted against the number of macrohabitats that they were found in. Lines represent the logarithmic least-squares regressions.

correlations or a dependence relationships among macrohabitats (Table 7.5). Two of the coefficients that did not differ from random expectations involved headwater and lowland macrohabitats. Interestingly, the third coefficient involving headwater rivers and backwaters was significantly ($P<0.0005$) lower than mean random-similarity. Rejection of the null hypothesis on the negative tail of the distribution indicates that the majority of species found in one macrohabitat are not to be found in the other. Lowland backwater macrohabitats with the degree of mud, detritus and vegetation are very different than headwater macrohabitats. In the current circumstances, there are 59 fish species in the headwater rivers and tributaries that were not found in the lowland backwaters.

The matrix of species distributions by macrohabitats was found to be significantly different from random. The observed temperature of the matrix was 36.7°. Based upon 500 Monte Carlo simulations the observed distribution matrix was found to have more structure (i.e., cooler temperature) than that discovered at random. The probability of obtaining the observed matrix temperature was $3.6x10^{-6}$; the observed temperature was 4.49 standard deviations below the simulated mean (mean = 53.16°, standard deviation = 3.66°). Therefore, the observed distribution is consistent with the notion that macrohabitats form nested subsets with respect to one another or they illustrate patterns of smooth faunal turnover (Atmar and Patterson, 1993; Leibold and Mikkelson, 2000).

Both Camin-Sokal Parsimony and UPGMA cluster analyses gave the same results (Fig. 7.9). At the top of the hierarchy, two clusters are evident, one comprising headwater rivers and veredas, the other comprising all lowland macrohabitats. The headwater vereda relationships is interesting because veredas are found in both upland and lowland regions. Veredas were found to share 26 of 42 species with headwater rivers and tributaries (Table 7.9) in addition to the 10 fish species found in all macrohabitats (i.e., 36 shared in total). Veredas have more similar water chemistries and geological characteristics with headwater environments than they do with lowland macrohabitats.

The large cluster containing lowland macrohabitats is subdivided principally in two (Fig. 7.9). The larger grouping contains macrohabitats that are dependent upon the natural cycle of inundation: swamps, backwaters, lagoons and baías plus salinas. Although the rivers flow through swamps, many of the meander channels and vegetated mats are only inundated seasonally. It was in these meander and vegetated areas that we collected our data (e.g., in the Brejo do Santa Sofia, N18). These inundated macrohabitats share many fish taxa and have extremely high similarities ($75.0<S'_s<93.2$), the highest of any group of macrohabitats. If we consider them as a unit these macrohabitats account for 152 of the 193 fish species captured (=79%).

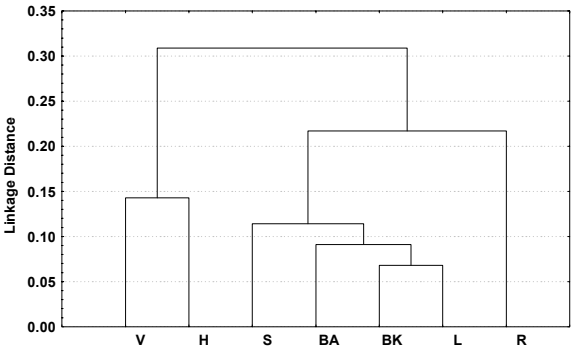


Figure 7.9. Camin-Sokal parsimony cluster analysis of macrohabitats within the Pantanal. Abbreviations: BA — baías and salinas; BK – backwaters; H – headwater rivers and tributaries; L – lagoons; R – lowland rivers; S – swamps; and V – veredas.

Table 7.9. Species of freshwater fishes found in both headwater rivers and tributaries and veredas (N=26) but not including the 10 species found everywhere.

Aequidens plagiozonatus	*Gymnotus* sp.
Astyanax abramis	*Holoshesthes pequira*
Astyanax lineatus	*Hyphessobrycon* sp. 3
Astyanax sp. 5	*Hypostomus* sp. 3
Brachyhypopomus sp. B	*Jupiaba acanthogaster*
Bryconamericus exodon	*Leporinus striatus*
Bryconamericus stramineus	*Loricaria* sp. 3
Bryconops sp. 1	*Otocinclus vittatus*
Characidium sp. 2	*Parodon gestri*
Corydoras aeneus	Pimelodidae gen. sp.
Corydoras polystictus	*Rineloricaria* sp. 1
Farlowella sp. 1	*Steindachnerina brevipinna*
Gymnorhamphichthys hypostomus	*Trichomycterus herberti*

The lowland river macrohabitat then joins the group of inundated macrohabitats (Fig. 7.9). Thus, lowland collections included a large number of fish species that prefer "quiet-water" habitats with higher amounts of detritus (e.g., *Rineloricaria* spp., *Curimatopsis myersi, Doras eigenmanni, Piabucus melanostomus, Odontostilbe kriegi, Apteronotus bonapartii* and *Mesonauta festivus*); many of these move back into the main rivers when water levels drop.

Three vegetation descriptors were coded for each collection as binary variables. We coded each locality for the presence or absence of grasses, flooded vegetation and riparian forest. The raw data alone suggest that there could be important effects (Table 7.10). For example, more the 160 out of 193 fish species were collected when any of the three conditions were met suggesting that they might be critical for the preservation of species. Using a non-parametric approach, we tested for the potential effects of the presence of these vegetational variables on both species richness and the relative abundances of the species (Table 7.10). The results show that the presence or absence of

Table 7.10. The effects of grasses, flooded vegetation and riparian forests on the presence-absence and relative abundances of freshwater fish species in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. The results (P values) come from Friedman's nonparametric ANOVA. The total number of collections made was 77. The total number of species collected was 193.

Vegetation	# of Collections	# of Species	Effect	
			presence – absence	abundance
Grasses	31	169	No, P>0.3	No, P>0.03
Flooded vegetation	37	160	No, P>0.4	Yes, P<0.003
Riparian forest	44	174	Yes, P<0.05	Yes, P<0.02

grasses had no effect either upon the number of fish species present or their abundances. While there was no effect of flooded vegetation on the number of fish species present, there was a highly significant effect on species abundances – while the number of fish species was the same, there were significantly more individuals in the samples from collections made in localities with flooded vegetation. Riparian forests had the largest impact of any of the vegetational variables. When riparian forests were present there were significantly more fish species and more individuals per species (Table 7.10).

DISCUSSION

The purpose of this chapter has been to examine the distribution of the freshwater fishes with respect to regions, types of water and macrohabitats. The null hypotheses that were tested for each of these data sets were that the freshwater fishes are distributed randomly with respect to regions, water and macrohabitats. Though we have only point-source data (i.e., derived from collections at a single time), our goal is to provide preliminary tests of the hypotheses and a basis for future study. Nonetheless, the tests of these hypotheses must form the basis of a conservation plan. Agreeing with the philosophy of Shrader-Frechette and McCoy (1993), we are not afraid of making a type I error (rejection of a true null hypothesis) and suggesting a conservation plan that may be slightly over-determined. The alternative would certainly lead to the diminution of aquatic species and their environments.

The results demonstrate that fish species are not randomly distributed with respect to regions, water types or macrohabitats. The most striking patterns were discovered with respect to regions and to macrohabitats. The analysis of the diversity in relation to class of water was consistent with much of the literature (Lowe-McConnell, 1987; Goulding et al., 1988) which indicates overall that we should not expect the class of water to influence to a high degree the distribution of fish species. In fact we found a dependence relationship between black waters or clear waters and turbid waters, perhaps being nested subsets. These results differ from those of Cox Fernandes (1999) for electric fishes in the main channel of the Amazon River and its larger tributaries where the hydrochemistry was important in determining species distributions.

The regional results show a strong upland or headwater versus lowland effect. The lowlands were significantly more diverse than the uplands with 157 and 114 fish species, respectively. This relationship is in accordance with the findings of Lowe-McConnell (1999) but is somewhat counter to the situation in the Napo River, Ecuador, where diversity was not found to increase downstream (Ibarra and Stewart, 1989). Importantly, the upland and lowland ichthyofaunas display very different distributional characteristics. Within the uplands, we found the fishes to be very narrowly distributed. Sixty-three percent of the species found only in the uplands (Table 7.1) were found only from a single region. There was no consistent pattern of similarity among the headwater regions (Fig. 7.7). This is entirely consistent with the headwater areas acting as a set of islands, each region with its own characteristics and distinctions in faunas (see Willink et al., 2000). Another important characteristic of the headwater regions is that they contained a relatively large number of endemic species (Willink et al., 2000). Endemic species were not found in the lowlands.

The faunal transition to the uplands from the lowlands was relatively sharp (Fig. 7.7). Though a number of fish species from the lowlands extend up into the piedmont and higher regions, this is a small percentage of the headwater fauna. Thirty or more species were found to change between these zones in the Rio Negro and Rio Taboco. Cluster analyses grouped the regions into upland and lowland groupings (Fig. 7.6).

Lowland or floodplain regions contained species that are very broadly distributed both within and outside of the Pantanal. More than 70% of the lowland species were captured in two or more regions. An additional 20% were captured in three or four regions. This contrasts markedly with the limited distributions of the fishes in the headwater

regions. As a result of their broad distributions, very few species were found uniquely in any region or shared uniquely between regions. This and the results of the entropy analysis lead us to conclude that lowland fishes display a nested subset relationship among lowland regions. This means that smaller regions or habitats will contain fewer species.

This pattern among regions within the Pantanal displays both similarities and differences in comparison with the Rio Orthon basin and in the Rio Paraguai below the Pantanal (Chernoff et al., 1999, 2000). In the Rio Orthon basin, Bolivia, there was a strong effect of terra firme tributaries entering the Rio Tahuamanu but the relationship among regions displayed a pattern of marked faunal turnover among adjacent regions (Chernoff et al., 1999). In the Rio Paraguai, Chernoff et al. (in prep.) found that there was high similarity within the regions of the floodplain and within the terra firme regions (Rio Apa, Riacho La Paz). There was, however, acute faunal turnover between the terra firme and floodplain zones.

The distribution of fishes among the seven macrohabitats also caused us to reject the null hypothesis of random distribution. Only a small number of species (10) were found in all seven macrohabitats and an additional 26 species were found in five or six macrohabitats (Table 7.8). This point is crucial because it means that most fish species were captured in very few macrohabitats. Based upon the logarithmic regression model used to fit the species accumulation curve (Fig. 7.8), at least three macrohabitats must be preserved minimally to conserve the largest percentage of species (68%). The three macrohabitats that contribute most strongly to this finding are swamp, backwater and headwater macrohabitats. However, by conserving a fourth macrohabitat, main channel of lowland rivers, the percentage climbs to 89% – something we strongly recommend because of the dependence relationship of the inundated habitats to the river.

The cluster and similarity analyses partition the macrohabitats into two cliques: i) headwater rivers and veredas, and ii) lowland rivers, swamps, backwaters, lagoons and baías (including salinas). The veredas whether in uplands or lowlands resemble headwater rivers and tributaries in their faunas, their soils and their water chemistry. The results as predicted from the regional analysis is that there is a strong turnover in the species between the two cliques. Within the lowland group there is a strong association among the macrohabitats that are or were inundated during seasonal flooding cycles. Salinas and baías represent a transition towards terrestriality, the former not having received water flood waters for quite a while. As a result, the ichthyofauna of salinas and baías are reduced compared with other macrohabitats. The change in conductivity, dissolved ions and oxygen determine the survival capabilities within baías and salinas.

The assemblage found in the lowland rivers then joins the cluster of inundated habitats. This pattern is very different than that discovered in the Rio Paraguai downstream from the Pantanal (Chernoff et. al., in prep.). In the Rio Paraguai study, all of the inundated habitats shared more species, and hence had higher similarities, with the main river habitats than with each other. Chernoff et al. (in prep.) interpreted this as a result of inundation and fishes actively moving from the main channel into the flooded habitats. In the Pantanal, which is very different from the floodplain of the Rio Paraguai in Paraguay, the fishes may be partitioning the floodplain into lentic and lotic components, so that many species are getting out of the higher energy channels and into the inundated regions while there is both water and oxygen.

Although the nature of the relationship between fishes and the forests in floodplain environments has been well documented by Goulding (1980) and Goulding et al. (1988), there are few published studies that demonstrate the effects of vegetation on species richness (e.g., Lowe-McConnell, 1987). Our data demonstrated two important effects that are critical for the development of conservation plans: i) that the presence of flooded vegetation is associated with higher fish abundances, and ii) that presence of riparian forest are associated with both higher fish species richness and with higher abundances. In particular the root systems of *Eichhornia* are critical habitats for many fish species, both the number of species and abundance of individuals living under them was almost beyond belief in the Brejo do Santa Sofia (N18), a swamp that is highly threatened.

In conclusion our geographic, water and macrohabitat analyses demonstrate that fish assemblages do not change smoothly as one moves along environmental gradients. Rather, there are zones of minimal change with the assemblages having nested subset relationships (e.g., from the Lower to Middle Rio Negro, or from swamps into backwaters) and then there are boundaries of abrupt but non-random faunal turnover (e.g., from Anhumas to the Upper Rio Negro). These results accord well with the findings of Campos (1985), Balon et al. (1986), Ibarra and Stewart (1989) and Cox Fernandes (1999) who also discovered non-random patterns of zonation within aquatic communities. Furthermore, the presences of riparian forest and flooded vegetation have a crucial effect upon species richness or individual abundance of fishes.

ANALYSIS OF THREATS

Two main threats that face the Pantanal include: dyking, channelization and river straightening of the Rio Paraguai for the Hidrovia project, and habitat conversion for ranching and farming. Because the distribution of fishes across the

Pantanal was not homogeneous, but displayed significant regional and macrohabitat effects, threats will affect the ichthyofauna differentially.

If the Hidrovia is constructed, the Rio Paraguai will be channelized, straightened and occasionally dyked in order to promote shipping in the Rio Paraguai. If undertaken, the Hidrovia will affect the lowland regions more than headwater areas. The channelization and ensuing deepening of the Rio Paraguai will remove water from lowland areas lateral to the main channel. The effect is simple, the deeper channel will draw water more quickly from lateral tributaries. This will reduce and potentially eliminate the areas of inundation: backwaters, swamps, lagoons, baías, etc. The current rivers which are fairly shallow will also begin to channelize because the increasing flow will cut down through soft substrates that characterize the lowland rivers. Elimination of the inundated areas would have two disastrous consequences: i) elimination of the areas in which we found the greatest fish species richness, and ii) elimination of critical nursery areas and habitat for reproduction for a large majority of the species of fishes, including commercially important species such as curimbatá, dourado, and pacu. By eliminating the flooded areas and increasing flow rates in the lowland rivers, we predict that 40-60% of the fish species will be eliminated from the Pantanal. This is based upon the patterns of species richness (Tables 7.3,7.5) and the relationship of species richness to number of macrohabitats occupied (Fig. 7.8a). The 36 fish species that occupy five or more macrohabitats (Table 7.8) are taxa that could be most robust to the differences if we assume that breadth of macrohabitats occupied is correlated with ecological generalization. We note that this list contains few if any commercially important fishes (perhaps *Hoplias* sp., Table 7.8).

Environmental impacts to the Pantanal via habitat conversion are apparent both in the headwaters and lowlands. Headwater areas are among the most fragile of all aquatic ecosystems and depend upon the riparian areas to reduce siltation and sedimentation of the rivers. Siltation and sedimentation not only change the substrate of the aquatic habitats they also change the water chemistry and principally the clarity of the waters. The headwater regions of the Pantanal have had much of their forested areas eliminated or highly modified. The fishes of the headwater regions contain not only much endemism (Willink et al., 2000), but also contain a large fraction of species (25%) that were found nowhere else. Incredibly, 114 fish species were collected in the headwater regions of which 107 were found in the headwater rivers. The effect of riparian forests (Table 7.10) demonstrates how important forests are for maintaining aquatic biodiversity – the forest effect was found whether calculated for headwaters and lowlands separately or together. Because the majority of headwater species were found to live in only one or two regions, it is imperative to preserve environments in each of the headwater regions in order to protect these very delicate species.

Habitat conversion for farming and ranching was also prevalent in the lowlands as well. We witnessed burning mats of *Eichhornia* in the swamp, Brejo do Santa Sofia. That swamp provides critical services not only as a refuge and nursery for fishes but also as a filter of nutrients and sediments for the Rio Negro as a whole. The fish species richness and abundance of the Brejo do Santa Sofia and other swamps (e.g., in the Rio Taboco) was extremely high—swamps contained 119 species of fishes, more than 60% of the entire fauna. Furthermore, clearing of riparian forests and changing the nature of the habitats in the inundated forests will also have a devastating effect on the fauna. Goulding (1980), Lowe-McConnell (1987), Machado-Allison (1987) and Goulding et al., (1988) have detailed the intimate relationship of inundated regions with the fishes in lowland floodplains. These areas harbor more than 70% of all the species of fishes that were collected in the Pantanal.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

- The freshwater fishes are non-randomly distributed with respect to regions, water types and macrohabitats within the Pantanal. The overall pattern consists of a strong faunal turnover between headwater or upland regions and their macrohabitats versus lowland, floodplain regions and their associated macrohabitats.

- The headwater fishes are not broadly distributed and are found in one or only a few upland regions. These regions act as islands with large portions of their faunas isolated from other headwater islands. The headwater areas are very species rich with more than 50% of all fish species captured found there of which more than 25% were only found in the uplands. It is critical to preserve pristine habitat in headwater areas in each of the four river basins.

- Lowland regions contain the largest number of fish species (n=157), and are therefore in need of protection. Lowland species are broadly distributed across regions within the Pantanal. Migratory lowland fishes (e.g., curimatids, *Pseudoplatystoma fasciatum*) use large portions of the river basins (e.g., the Rio Negro), extending into the piedmont during their life history. It is critical to establish an aquatic corridor extending from the Lower Rio Negro to the headwaters.

- The highest species richness is found in the inundated habitats, principally swamps and backwaters. Core areas must be set aside with sufficient area to support the diversity of inundated macrohabitats. Furthermore,

it is critical that large tracts of riparian forests be protected in order to protect the dynamic relationships among components within the entire aquatic ecosystem.

- Swamps such as the Brejo do Santa Sofia and those in the Rio Taboco require protection. Fringe areas were being converted and burned during our visit. Swamps provide critical habitat for and support a very diverse and abundant ichthyofauna (55% of the species). In addition, swamps provide critical services as nursery areas and as a filter for water and sediments.

- Because of the degree of environmental destruction to the Rio Miranda, Rio Taquari and Rio Aquidauana, it is critical to develop large core conservation areas within the Rio Negro. The Rio Negro still has a large degree of intactness and riparian forest. Conservation of the maximum number of species of fishes, as well as the levels of sport and commercial fisheries, will require large tracts of critical areas within the Rio Negro basin. Relatively pristine areas with forest and with heterogeneous macrohabitats must be set aside or given adequate protection.

LITERATURE CITED

Alroy, J. 1992. Conjunction among taxonomic distributions and the Miocene mammalian biochronology of the Great Plains. Paleobiology 18:326-343.

Atmar, W. and B. D. Patterson. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species found in fragmented habitat. Oecologia 96:373-382.

Balon, E.K., S.S. Crawford, and A. Lelek. 1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. Environmental Biology of Fishes 15:243-271.

Britski, H. A., K. Z. S. de Silimon, and B. S. Lopes. 1999. Peixes do Pantanal: manual de identificação. EMBRAPA, Brasília, Brasil. 184 pp.

Campos, H. 1985. Distribution of the fishes in the andean rivers in the south of Chile. Archiv für Hydrobiologie 104:169-191.

Chernoff, B., P.W. Willink, J. Sarmiento, A. Machado-Allison, N. Menezes and H. Ortega. 1999. Geographic and macrohabitat partitioning of fishes in the Tahuamanu-Manuripi region, Upper Rio Orthon Basin, Bolivia. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Upper Río Orthon basin, Pando, Bolivia. Pp. 51-67. B. Chernoff and P.W. Willink (eds.). Bulletin of Biological Assessment 15, Conservation International, Washington, D.C.

Chernoff, B., P. W. Willink, M. Toledo-Piza, J. Sarmiento, M. Medina, and D. Mandelburger. In prep. Testing hypotheses of geographic and habitat partitioning of fishes in the Río Paraguay. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Río Paraguay basin, Departamento Alto Paraguay, Paraguay. *In:* B. Chernoff and P. W. Willink (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment. Conservation International, Washington, D.C.

Cox Fernandes, C. 1999. Detrended canonical correspondence analysis (DCCA) of electric fish assemblages in the Amazon. *In* Biology of tropical fishes. Pp. 21-39. A.L. Val and F. Almeida-Val (eds.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forests: explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Los Angeles. 280 pp.

Goulding, M., M. L. Carvalho, and E. G. Ferreira. 1988. Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands. 200 pp.

Ibarra, M. and D. J. Stewart. 1989. Longitudinal zonation of sandy beach fishes in the Napo River basin, eastern Ecuador. Copeia 1989:364-381.

Leibold, M. A. and G. Mikkelson. 2000. Coherence, species turnover, and boundary clumping: elements of metacommunity structure. Oecologia in press.

Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New York. 382 pp.

Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudios ecológicos de comunidades de peixes neotropicais. Editora da Universidade de São Paulo, Brasil.

Machado-Allison, A. 1987. Los peces de los Llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural. Universidad Central de Venezuela Consejo de Desarollo Cientifico y Humanistico, Caracas. 141 pp.

Rice, W.R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. Evolution 43:223-225.

Rohlf, F.J. and R.R. Sokal. 1995. Statistical tables. W. H. Freeman and Co., N.Y.

Shrader-Frechette, K.S. and E.D. McCoy. 1993. Method in ecology. Cambridge University Press, New York. 328 pp.

Willink, P.W., O. Froelich, A. Machado-Allison, N. Menezes, O. Oyakawa, A. Catella, B. Chernoff, F. Lima, M. Toledo-Piza, H. Ortega, A.M. Zanata, R. Barriga. 2000. Fishes of the rios Negro, Negrinho, Taboco, Aquidauana, Taquari and Miranda, Pantanal, Brasil: diversity, distribution, critical habitats, and value. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 63-81. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault and R. Louival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

CHAPTER 8

AMPHIBIAN AND REPTILE SURVEY OF SELECTED LOCALITIES IN THE SOUTHERN PANTANAL FLOODPLAINS AND SURROUNDING CERRADO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro and Vanda Lúcia Ferreira

SUMMARY STATISTICS

- Thirty-two species of anurans (amphibians, 14 genera and six distinct families), five species of lizards, nine species of snakes and one turtle were recorded at the headwaters of the Rio Taquari, Rio Miranda and Rio Aquidauana, located within the Brasilian Cerrado.
- Twenty-seven species of anurans (13 genera; six families), five species of lizards, six species of snakes and one caiman were recorded along the Rio Negro and Rio Taboco watersheds, including high plain areas and the seasonally flooded low plain areas.
- At least two species of anurans may be new to science. Additionally, three species may represent new records for the Pantanal and Cerrado regions surveyed.

ABSTRACT

The herpetofauna in parts of the Southern Pantanal floodplains and in selected localities in the planalto (plateau region) surrounding the wetland was sampled between August 24 and September 14, 1998. Most of the information was obtained by randomly collecting specimens in the proximity of rivers and baías, or from visual records, registering frog calls, and examining material collected by others in the region. Sampling was carried out at the headwater regions of three large rivers: Rio Aquidauana, Rio Taquari and Rio Miranda. At the Rio Negro watershed, work was performed in four regions: Upper Rio Negro, Middle Rio Negro, Lower Rio Negro and Rio Taboco. A total of 41 anuran species (frogs and toads) and 24 reptiles (one turtle, seven lizards, fifteen snakes and one caiman) were recorded. Most of these species are considered characteristic of open habitats. In comparison to the surrounding planalto, the flooded portion of the Pantanal is characterized by less habitat heterogeneity and has more permanently available rivers and baías. This results in lower species richness, but greater productivity (especially for anurans) in the floodplains. The information obtained about the herpetological fauna at the headwater regions indicates the need for additional surveys considering the numerous habitats available and the strong seasonal influences in the cerrado environment.

INTRODUCTION

Amphibians are particularly susceptible to environmental changes primarily for two reasons. Their highly permeable skin, which lacks a protective layer, makes them extremely vulnerable to chemical pollutants and radiation. Also many species depend on aquatic and terrestrial environments to complete their life cycle (Beebee, 1996). Therefore, factors such as toxicity from pesticides and herbicides, the increased UV radiation due to the depleted ozone layer or even changes in the quality and availability of aquatic habitats may affect amphibians more strongly than other terrestrial vertebrates. Large scale climatic alterations may also be one of the causes of the decline in amphibian populations (Laurance, 1996). The genuine contribution of these factors to processes like the Global Amphibian Decline (GAD), a tendency detected in the last decades, or to local extinction incidents have only started to be investigated (e.g., Delis et al., 1996; Laurance, 1996; Beebee, 1997). For amphibians, habitat loss to agricultural practices, deforestation, clearing by burning, dredging, and other activities which replace natural vegetation may be even more harmful in the short term than are climatic changes.

The sensitivity of amphibians to external agents and the relative facility of monitoring populations make amphibians good indicators of environmental quality. Some species of reptiles can also be used to evaluate environmental conditions since these organisms occupy the top of food chains and their survival depend on the integrity of the prey populations (Moura-Leite et al*.,* 1993). However, the usefulness of reptiles in short-term studies focusing on aquatic habitats is limited by their: (1) low population density in relation to amphibians, (2) the great mobility of lizards and snakes, (3) the diversity of substrates they use for their activities, (4) the lack of a method to attract and/or capture effectively on a short term basis and (5) the fact that few species (besides turtles and crocodilians) exhibit highly aquatic habits or are associated with permanent bodies of water. Additionally, during the dry season, many neotropical reptiles slow down or fully cease their activities (as do amphibians). Due to these characteristics, surveys of reptile species require longer sampling periods than other vertebrate groups, especially in areas with high habitat heterogeneity.

The herpetofauna of the Pantanal floodplains is slightly better known than the fauna of the planalto surrounding the Pantanal region. Nevertheless, the information available on local faunas in much of the sampled region is both scarce and dated (e.g., Koslowsky, 1898, on reptiles collected in Miranda; Lutz, 1946, on anurans from the same locality). However, all the available information on reptiles in areas covered by the PCBAP (Upper Paraguai River Basin Conservation Program), which includes all the areas sampled during the AquaRAP expedition, was recently compiled (PCBAP, 1997). The document contains a preliminary list of anurans (41 species) found in the towns of Corumbá, Miranda, Bonito, Aquidauana and Rio Verde. With respect to reptiles known to inhabit the PCBAP areas, 177 species have been reported to date, half of which are found in the Pantanal floodplains (PCBAP, 1997). Many of the sites sampled during the AquaRAP expedition had never been studied.

METHODS

The herpetology team was divided into two groups of two researchers each. One team sampled the headwaters of the Rio Aquidauana (UAQU, three sampling stations), Rio Taquari (UTAQ, eight sampling stations) and Rio Miranda (UMIR, ten sampling stations) (Appendix 7). The other team, responsible for sampling the Rio Negro watershed, worked at four different regions: Upper Rio Negro (UNEG, nine sampling stations), Middle Rio Negro (MNEG, eight sampling stations), Lower Rio Negro (LNEG, nine sampling stations) and Rio Taboco (TAB, four sampling stations) (Appendix 8).

Specimens of anurans (amphibians) and reptiles were collected primarily through searches around the edges of water bodies and up to usually less than 500 meters away from the banks. During these searches, all the accessible microhabitats were carefully examined: ground, shrubs, tree trunks, litter, roots, fallen trunks, cracks, under rocks, etc. Some species were recorded based exclusively on visual and vocal (anurans only) records. Sometimes, fish sampling employing nets resulted in the collection of tadpoles and even some adult frogs.

All the material collected was fixed in 10% formalin and later preserved in 70% ethanol. Tadpoles were fixed and preserved in 5% formalin solution. The majority of these specimens are deposited in the Zoological Collection of the Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) in Campo Grande, Mato Gosso do Sul, Brasil. Corroborative specimens are stored at the herpetological collection in the department of Sciences and the Environment at the Centro Universitario in Corumbá (CEUC/UFMS), in the vertebrates collection of the Pontificia Universidade Católica de São Paulo and the Vertebrate Collection of UFMS. The systematic lists (Appendices 9 and 10) are arranged according to Pough et al. (1998) with the species in each family listed alphabetically.

RESULTS AND DISCUSSION

Biological Data

In the entire area sampled, including both the flooded low plains and the surrounding planalto, 41 anuran and 24 reptile species were recorded. Two-thirds of the species recorded for the headwaters were positively identified by means of collected specimens. Ten species (seven anurans and three reptiles) were identified through visual records only, or through their characteristic vocalizations (anurans only). In the Rio Negro watershed, seven species (three anurans and four reptiles) were identified by visual and/or voice records.

The total list of herpetological species recorded during the AquaRAP expedition, including some natural history data, is given in Appendices 9 and 10. Appendices 11 and 12 list the regions at which each species was recorded. Figures 8.1 and 8.2 show the cumulative number of species (amphibians and reptiles) encountered with respect to time spent on the study at the headwaters region and the Rio Negro watershed, respectively. It is clear that the surveys in both regions are still incomplete due to limitations of the sampling method employed during the AquaRAP expedition (i.e., sampling time limited to two hours or less in each station, and logistical difficulties in returning to or remaining at these stations during the night, and because the study took place in the dry season).

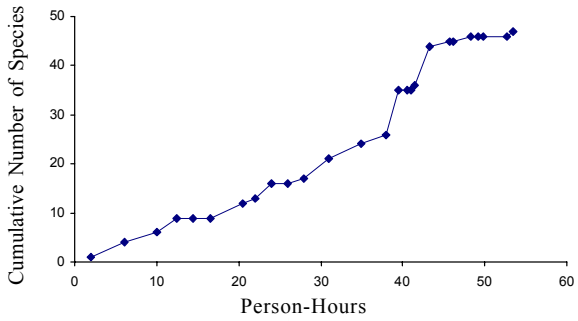


Figure 8.1 Species accumulation curve for amphibians and reptiles near aquatic environments in the headwaters of the Rio Taquari and Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. Specimens were found while walking along trails and carefully inspecting any visually detectable microhabitat. Searches were limited to not more than 500 m from the shore of a water body.

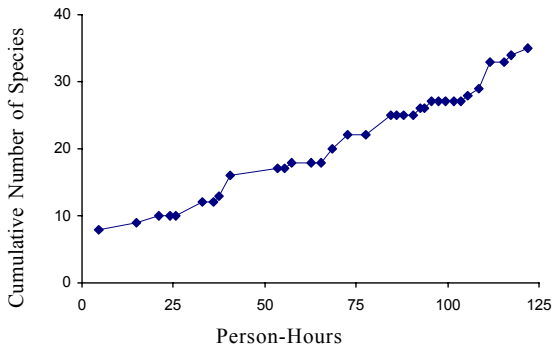


Figure 8.2 Species accumulation curve for amphibians and reptiles found during the AquaRAP, near or in aquatic environments along Rio Negro and Rio Taboco drainages, Mato Grosso do Sul.

By using AquaRAP methodology it may not be possible to attain comprehensive species lists, however, it is expected that the results for each of the different groups of animals and plants sampled will provide useful information which will permit us to evaluate the conservation status of specific areas. Because of the low diversity in all the areas sampled during the AquaRAP expedition, this type of analysis was not possible for the reptiles. For example, only one species was recorded in UAQU (one snake); three snakes (three genera, two families) and four lizards (three genera, three families) were recorded in UTAQ and in UMIR five snakes (five genera, three families), two lizards and one turtle were recorded.

Even taking into account the limited amount of nocturnal sampling, the information on amphibians in the headwater areas is better than those for reptiles. As amphibians are more dependent on water, they generally seek sheltered areas and, therefore, can be encountered more easily during careful searches of trunks, stones, litter and other potential shelters. Eleven species (six genera, three families) of anurans were recorded in UTAQ, and there were 14 species (10 genera, 5 families) in UNEG. In UMIR, 26 species of anurans were encountered (12 genera, 6 families). The diversity of the first two sites is low in comparison to estimates in cerrado areas, like those surrounding the Pantanal, which have great habitat heterogeneity (amphibian occurrence estimated to be 45 species for every 20 kilometer radius, according to A F.B. de Araújo and G. Colli, unpublished report).

A total of 35 species of anurans were recorded for the headwaters of the Rio Taquari, Rio Negro and Rio Miranda. This represents approximately 50% of the number of species known from the region. Half of these species are found near the headwaters and in the floodplains (17 species). Another 18 species were recorded only in higher plains surrounding the Pantanal region (Appendices 11 and 12).

Fifteen species (eight genera, four families) of anurans were collected in the MNEG, and 19 species (12 genera, 5 families) in the LNEG. A total of 22 distinct forms were collected from both sites combined. The two assemblages were similar. The combined number of species found in MNEG and LNEG together is probably representative of the region, corresponding to almost 65% of the total (35 species) expected to occur in these areas. Species expected to occur in the region but not recorded during the surveys probably are those with restricted distributions or associated with habitats like capão and cordilheira, which were poorly sampled. Only one species in MNEG, *Physalaemus* cf. *biligonigerus*, may represent a new record for the region or even a new species.

Eleven species of anurans (seven genera, four families) were recorded in TAB. This site is composed of the Lower and Upper Rio Taboco and has great environmental heterogeneity. Thus, a number of species similar to that in UNEG (40-50 species) was expected. The low number of species collected may probably be due to lack of nocturnal sampling and to the dry season. The anuran fauna recorded for the lower region was very similar to those observed in the MNEG and LNEG.

The majority of species for all the sites sampled are characteristic of open habitats (Appendix 9) and occur in the Cerrado (e.g., *Physalaemus nattereri*, *Pseudopaludicola mystacalis*, *Hyla albopunctata*). However, at least two species in UTAQ (*Eleutherodactylus* sp. and *Hyla* cf. *crepitans*), two in UNEG (*Epipedobates braccatus* and *Adenomera* sp.) and three in UMIR (*Bufo* sp. (aff. *margaritifer*), *Epipedobates pictus* and *Leptodactylus elenae*) seem to be associated with forested habitats. Among these taxa, new species are expected.

None of the species found to date can be considered endemic. However, the existence of endemic species, especially in the headwaters, cannot be discarded, and at least in UMIR, there is evidence of endemism among other

taxonomic groups. Furthermore, the biogeographic, taxonomic and ecological information about the majority of anurans and reptiles in central Brasil is still incomplete. Each additional survey in cerrado areas reveals new data.

In regions UTAQ and UMIR, few individuals of each species were found. The most abundant species were those generalists with a wide geographical distribution (like *Bufo paracnemis* and *Leptodactylus chaquensis*), which can frequently be found even in impacted habitats. Some species with large population densities were found in UNEG, like *Hyla minuta* and *H. raniceps*. These are commonly found in artificial dams and lagoons. In all the stations sampled, the individuals appeared healthy (color, size, and reproductive activity), despite the deteriorating conditions at some stations (deforestation and silting).

The occurrence of a large number of individuals of *Epipedobates* sp. called our attention to UMIR. They could be heard during the day from the leaf litter in forested areas. In many parts of Brasil, *Epipedobates* and *Eleutherodactylus* (the latter, also found on the forest ground) are commonly found in sympatry. The fact that no *Epipedobates* could be heard calling in UTAQ may be due to the high level of disturbance in the original vegetation in that region. On the other hand, the large number of individuals of this species recorded in UMIR seems to indicate the good conservation statuss of the forest habitats.

The Pantanal represents an environment with low heterogeneity for amphibians, but a large number of water bodies are available throughout the year when compared to the planalto region. This results in low diversity and high population densities (high productivity) which characterize the amphibian community of the floodplains (MNEG and LNEG). Similar circumstances occur in the Lower Rio Taboco.

CONSERVATION IMPLICATIONS

The conditions of the riparian vegetation in UTAQ can be considered critical. After 20 years of deforestation, forest fires, woodcutting, pastures and monocultures associated with inadequate soil management and silting of the great majority of the water bodies, including springs, some amphibian species may have already become locally extinct. The two veredas visited in UTAQ seem to be less disturbed and better protected. The densities of characteristic species, such as *Hyla albopunctata* and *Pseudopaludicola* spp., were found to be comparable to those occurring in veredas elsewhere.

Conditions in UNEG and TAB may be considered less critical than those observed in UTAQ. Nonetheless, the riparian and cerrado vegetation in many areas have been destroyed and large portions of the rivers have been silted. Furthermore, these regions present a high habitat heterogeneity, including planalto environments and seasonally flooded low plains. The situation in UMIR is slightly better, with large extensions of continuous forested areas and portions of riparian vegetation in better conservation status. However, this preservation is limited to areas where ecotourism is the main activity and where conservation authorities have access.

The most evident threat to the amphibians in UTAQ, UNEG and TAB has been the removal of the original vegetation which minimizes the total forested area, modifies the microclimatic conditions and the amount of leaf litter and increases erosion and siltation. Such changes may affect foraging and reproductive activities of amphibians. Contamination and other types of impact on water quality are also serious threats to local amphibian communities.
The lower threat level in UMIR may be due to an increase in conservationist actions in many parts of the basin. The MNEG region has a high conservation status, with some punctuated deforestation. This could be explained by the difficulty in accessing the area via roads as well as its main commercial activity – cattle ranching using native pastures. In the LNEG region, there are discrete threats caused by the disorganized development of tourist activities. If alterations to these environments continue at the current rate (especially in regards to the loss of riparian vegetation), entire anuran communities may be affected by reduction of food availability, loss of appropriate breeding sites, increased juvenile mortality and local extinction of species more sensitive to environmental impacts (e.g., forest species). Such alterations can lead to changes in the composition and diversity of these communities, favoring species which inhabit open habitats.

Among the regions sampled during the AquaRAP expedition, the herpetofauna of the floodplains are fairly well known, with few exceptions such as forested habitats and brackish water lagoons. The fauna of the surrounding planalto, on the other hand, especially the headwaters, are virtually unknown. Thus, it is recommended that additional sampling take place during the rainy season and with the necessary methods for night-time sampling and vocalization recording in order to improve our knowledge of the communities of these areas.

LITERATURE CITED

Beebee, T.J.C. 1996. Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, London. 214 pp.

Beebee, T.J.C. 1997. Changes in dewpond numbers and amphibian diversity over 20 years on chalk downland in Sussex, England. Biological Conservation 81:215-219.

Delis, P.R., H.R. Mushinsky and E.D. McCoy. 1996. Decline of some west-central Florida anuran populations in response to habitat degradation. Biodiversity and Conservation 5:1579-1595.

Laurance, W.F. 1996. Catastrophic declines of Australian rainforest frogs: is unusual weather responsible? Biological Conservation 77:203-212.

Lutz, B. 1946. A notable frog chorus in Brasil. Copeia 1946:153-155.

Koslowsky, J. 1898. Ofidios de Mato-Grosso (Brasil). Revista del Museo de La Plata 8:25-32.

Moura-Leite, J.C. de, R.S. Bérnils and S.A.A. Morato. 1993. Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. *In* Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 2nd edition. 3985:1-5. P.A. Jucken (ed.). IAP/GTZ, Curitiba, Brasil.

PCBAP, 1997. Aspectos ecológicos dos vertebrados terrestres e semiaquáticos no Pantanal. *In* Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico – Meio Biótico, Volume II, Tomo III. Pp. 197-433. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Projeto Pantanal, Programa Nacional de Meio Ambiente. Brasília.

Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky, and K.D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall, New Jersey. 577 pp.

CHAPTER 9

BIODIVERSITY PATTERNS WITHIN THE PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Barry Chernoff and Philip W. Willink

ABSTRACT

The distributions of plants, decapod crustaceans, zoobenthos, fishes, amphibians and reptiles within the Pantanal were examined for congruence with respect to regions and macrohabitats. Differences in species richness between the upland and lowland regions were congruent among data sets. While the plants and herpetofauna are more species rich in the uplands, there are more species of fishes in the lowlands. Upland or headwater regions have plant, amphibian, reptile and fish species with relatively narrow distributions. Upland areas act as islands; each area is not a replica of another. The herpetological and fish data show largely congruent patterns of relationships among regions based upon a strong faunal turnover between the headwater and lowland areas. Furthermore, the fauna of the Rio Taboco is slightly different from that of the Rio Negro.

Macrohabitats that are seasonally inundated (i.e., backwaters, lagoons, swamps, baías) harbor more different assemblages of plants, zoobenthos, decapod crustaceans and fishes than do high-current riverine habitats. These inundated macrohabitats are also the most diverse macrohabitats in the lowlands. The zoobenthos and fishes are more species rich and abundant when flooded vegetation or riparian forests are present.

These comparisons argue that it is critical to set aside core areas within each of the headwater regions. Core areas must be established in both upland and lowland portions of the Pantanal. It is critical to include sufficient acreage in core conservation areas to maintain each of the macrohabitats. The Rio Negro still has large tracts of intact riparian forest and many areas with flooded vegetation. The most efficient strategy will be to establish a conservation corridor within the basin of the Rio Negro.

INTRODUCTION

Chapters 2-6 and 8 of this Bulletin detail general patterns of biodiversity within the Pantanal for aquatic and riparian plants, benthic macroinvertebrates, decapod crustaceans, fishes, amphibians and reptiles. In Chapter 7, Chernoff and Willink (2000) tested specific hypotheses concerning the distribution of fishes relative to regions within the Pantanal, macrohabitats and types of water. Among different regions and macrohabitats the distributions of fishes were significantly patterned and not random. The headwaters were less diverse than the lowland regions. Furthermore, based upon the shared presence of species, headwater macrohabitats were most similar to veredas (buriti palm bogs), whether from uplands or lowlands. The remaining macrohabitats are similar but the largest number of shared fish species occurred among those macrohabitats that are seasonally or permanently inundated (e.g., swamps, backwaters, lagoons, baías). The ichthyofauna of the lowland rivers fell outside the group of inundated macrohabitats.

Chernoff and Willink (2000) also examined the effects of vegetational characteristics on both fish species richness and abundance. The presence of aquatic grasses had no effect on either species richness or abundance of fishes. While flooded vegetation was not associated with richer ichthyofaunas, it was associated with higher abundances for the species that were present. The presence of riparian forests had the greatest effects. Both the number of fish species and the abundances of species were significantly higher when riparian forest was present.

In this chapter we will use the data and results from the other groups of organisms to see if the patterns established for fishes are general. Regardless of the generality, the ultimate plans for conservation of the Pantanal flora and fauna must be based upon both the similarities and differences among the components. Furthermore, we must begin

to look for correlative patterns that may begin to provide a basis for predictions about aquatic biodiversity in environmental studies of the future.

METHODS

The basic data for this chapter are taken from the tables and appendices in each of the chapters, except for those of the flora. Information from Appendices 11 and 12 were combined into a single dataset for amphibians and reptiles. Because only a single species of reptile was captured in the headwaters of the Rio Aquidauana, that locality was deleted from the analysis. Similarly, the data presented for oligochaetes (Table 4.3) had an incomplete sampling record for the Middle and Lower Rio Negro, hence those data were not included. The data for the other zoobenthos (aquatic macroinvertebrates) (Tables 4.2,4.4-5) were combined and coded for the type of macrohabitat in which they were captured. We added the data from the decapod crustaceans (Table 5.1) to those of the zoobenthos.

Data for amphibians and reptiles and for zoobenthos were subjected to Camin-Sokal parsimony and UPGMA cluster analyses. Simpson's Coefficient of Similarity was used to generate the similarity matrix (see Chernoff and Willink, 2000). Friedman's nonparametric ANOVA was used to analyze the abundance data for the zoobenthos and the information on species richness in relation to the presence of flooded vegetation or riparian forests.

RESULTS AND DISCUSSION

I. Regions

The AquaRAP expedition to the Pantanal sampled the Rio Negro, including the Rio Taboco, from headwaters to near the mouth in the Rio Paraguai, as well as the headwaters of the Rio Miranda, Rio Taquari and Rio Aquidauana. The headwater regions or planaltos have very different characteristics when compared to the lowland floodplains. Do the lowlands and the planalto regions have similar numbers of species?

The plant data may not be completely comparable but almost twice as many species of plants were identified from the uplands when compared to the lowlands (Appendices 3,4). Similarly, Strüssman et al. (2000) report that the uplands were richer in species for amphibians and reptiles than were the lowlands. Strüssman et al. (2000) attribute the result to higher heterogeneity of habitats and increased structural complexity in the flora in the upland habitats. The data from fishes showed exactly the opposite, being richer in the lowlands than in the headwater regions (n=157, 114, respectively).

There was, however, an important congruence between the plant, the fish and the herpetological data sets. In the headwater regions, the fishes had very limited distributions, being found principally in only one or two regions (Chernoff and Willink, 2000). Damasceno Jr. et al. (2000) make a very similar point about the large degree of differences among the headwaters regions. In fact, the headwater region of the Rio Miranda had very little floral similarity to any of the other basins, containing many forms known from Paraguay and Argentina (Damasceno Jr. et al., 2000). The herpetological data (Table 9.1) show that the Upper Rio Taquari is very different from both the Upper Rio Negro and the Upper Rio Miranda; the Upper Rio Taquari shares six or fewer species with the two other headwater regions for which there is data. Similarly, for fishes the Upper Rio Taquari has a very different faunal composition than does the Upper Rio Negro or the Upper Rio Miranda (Table 7.3, Fig. 7.7). Thus, the data from plants, amphibians, reptiles and fishes all point to the fact that species in the upland regions have relatively narrow distributions. Each of the upland regions is distinct, acting as an island and not as a replicate of the headwater areas in the other river basins. This offers strength for the protection of each of the headwater areas.

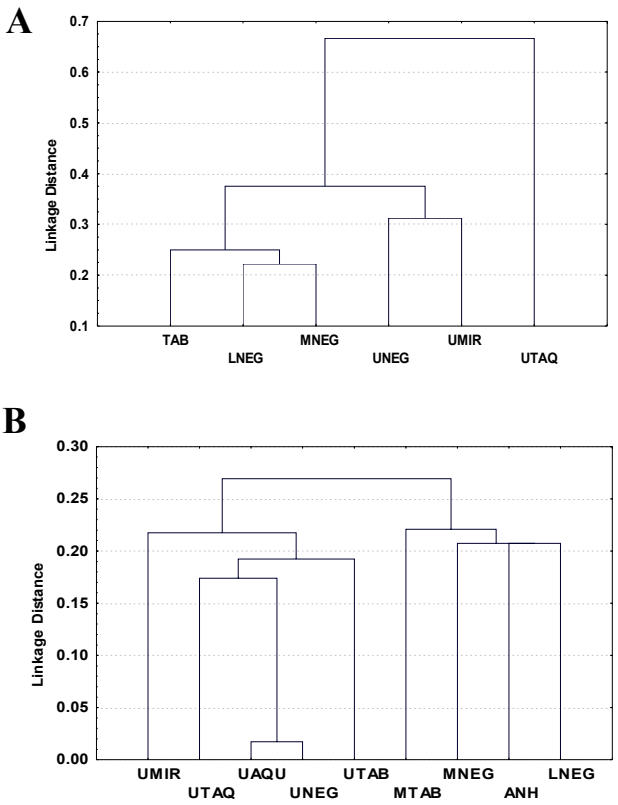


Figure 9.1. Camin-Sokal parsimony cluster analyses among regions within the Pantanal. A) Data from amphibians and reptiles. B) Data from freshwater fishes. Abbreviations: ANH – Anhumas; LNEG – Lower Rio Negro; MNEG – Middle Rio Negro; MTAB – Middle Rio Taboco; TAB – Rio Taboco; UAQU – Upper Rio Aquidauana; UMIR – Upper Rio Miranda; UNEG – Upper Rio Negro; UTAB – Upper Rio Taboco; and UTAQ – Upper Rio Taquari.

Only the herpetological data were sufficient to explore the pattern among the regions within the Pantanal (see Table 9.1). Both Camin-Sokal parsimony and UPGMA produced identical cluster analyses (Fig. 9.1a). The results show that the lowland regions form a cluster with the Rio Negro regions together before the Rio Taboco joins (Fig. 9.1a). To the lowland cluster joins the Upper Rio Miranda and Upper Rio Negro. Most distant from other regions is that of the Upper Rio Taquari.

These results are largely in agreement with those obtained from the fishes (Fig. 9.1b), even though the fish data set included more regions. We note the following similarities: i) there are well defined upland and lowland groupings, ii) in the lowlands, the Rio Negro regions cluster together before the Rio Taboco is included and iii) the headwater regions are the most divergent. The congruence of these results point to the fact that conservation plans must include core areas in both the lowlands and the headwaters.

II. Macrohabitats

Because the zoobenthos data are only available for the georeference areas within the lowlands, only a partial test of the relationships among macrohabitats based upon the fish data is possible. The zoobenthos and decapod crustacean data (Tables 4.2,4.4-4.5, 5.1) have information relative to rivers, swamps, backwaters and baías plus salinas. The rank order for species richness (from richest to poorest) was: i) swamps and backwaters, tied, ii) baías and salinas and iii) rivers. Swamps and backwaters were also tied for the most number of fish species, but rivers were more than twice as diverse as baías and salinas. Foster et al. (2000) point out that backwaters, swamps and baías are among the richest of all habitats for aquatic plants.

The pattern of relationships among lowland macrohabitats based upon shared taxa for the fish data (Fig. 9.2) shows a relatively large cluster containing all of the macrohabitats that are seasonally inundated. The riverine habitats then join the group at the next hierarchical level (Fig. 9.2). The data from the zoobenthos and decapod crustaceans are largely congruent with this pattern with a slight difference. Swamps and backwaters cluster at the closest level, then baías and salinas join and lastly are the rivers. This pattern differs from the fish data in that baías and salinas cluster with backwaters and lagoons before the assemblage from swamps joins. We suggest, however, that it is most important to focus upon the congruence – assemblages living in riverine habitats differ substantially from the assemblages that inhabit quiet water (lotic, semi-lotic), inundated habitats. There is a strong negative correlation between the degree of current and the richness of aquatic plant species.

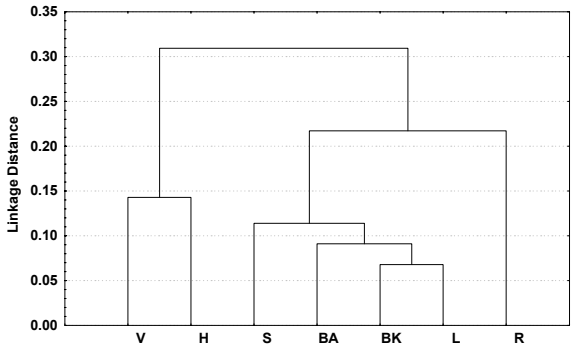


Figure 9.2. Camin-Sokal parsimony cluster analysis of macrohabitats within the Pantanal based upon data from freshwater fishes. Abbreviations: BA — baías and salinas; BK – backwaters; H – headwater rivers and tributaries; L – lagoons; R – lowland rivers; S – swamps; and V – veredas.

The inundated habitats are among the most threatened in the lowlands of the Pantanal due to land conversion, farming and cattle ranching. It is critical to establish core areas with the full compliment of inundated macrohabitats.

The association of riparian forests and flooded vegetation with the species richness and relative abundance data for the zoobenthos was tested with Friedman's nonparametric ANOVA. The results show that both flooded vegetation and riparian forests were significantly ($P<0.01$) associated with higher zoobenthos species richness and relative abundance in the lowland macrohabitats. This is an even stronger result than that obtained for fishes. With fishes the association of flooded vegetation with species richness was not significant. This points to the need to protect riparian forests and flooded vegetation, such as *Eichhornia* mats. We witnessed the burning of *Eichhornia* mats at the fringes of Brejo do Santa Sofia – one of the most species rich areas within the lowlands of the Pantanal for plants, zoobenthos and fishes.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

There is a large degree of congruence among the various components of the biodiversity within the Pantanal from which we conclude and recommend the following:

- There is no consistent pattern of differences in species richness between the uplands and lowlands. While the plants and herpetofauna are more species rich in the uplands, the fishes display the converse.

- Upland or headwater regions, have species of plants, amphibians, reptiles and fishes with relatively narrow distributions. Upland areas act as islands, the different areas are not replicas of one another. It is critical to set aside core areas within each of the headwater regions.

- The herpetological and ichthyological data show largely congruent patterns of relationships among regions. This is based upon strong faunal turnover between the headwater and lowland areas. Furthermore, the fauna of the Rio Taboco is slightly different from that of the Rio Negro. In order to conserve a large portion of the fauna, core areas must be established in both upland and lowland portions of the Pantanal.

- The plants, zoobenthos, decapod crustaceans and fishes show that macrohabitats that are seasonally inundated (i.e., backwaters, lagoons, swamps, baías and salinas) harbor different assemblages than do high current riverine habitats. Also, these inundated macrohabitats are the most diverse macrohabitats in the lowlands. It is critical to include in core conservation areas sufficient acreage of each of the macrohabitats.

- The zoobenthos and fishes are richer in species or more abundant when flooded vegetation or riparian forests are present. The Rio Negro still has large tracts of intact riparian forest and many areas with flooded vegetation. A conservation corridor should be established along the Rio Negro.

LITERATURE CITED

Chernoff, B. and P.W. Willink. 2000. Ecological and geographical structure in assemblages of freshwater fishes in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 82-97. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault and R. Louival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Damasceno Jr., G.A., J.N. Nakajima, and U.M. Rezende. 2000. A floristic survey of the Rio Negro, Rio Aquidauana and Rio Miranda watersheds (headwaters) of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 34-43. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault and R. Louival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Foster, R.B., V.J. Pott, and S. de Salis. 2000. Description of the vegetation of the Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 44-48. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Louival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Strüssman, C., C.P. de Almeida Prado, M. Uetanabaro, and V.L. Ferreira. 2000. Amphibian and reptile survey of selected localities in the southern Pantanal floodplains and surranding cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 98-102. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Louival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

GLOSSARY

Allochthonous – Originating outside a designated system. (e.g., From an aquatic point of view, tree leaves falling into a stream are allochthonous because they grew outside the stream.)

Anuran – Frog or toad.

Baía – Seasonal lakes or ponds generally isolated from the river system except in times of flooding. Often characterized by black waters and abundant aquatic vegetation.

Basin – See *watershed*.

Benthic – Of or pertaining to the bottom of a river, lake, or other body of water.

Black water – Water type generally characterized by low pH, low dissolved oxygen levels, and low nutrient levels. A cup full of this water is dark brown in color, but transparent. Larger bodies of water look black and opaque.

Braço morto – Lateral arm of a river where the upriver channel has been closed. There is little or no flow.

Brejo – Swamp, marsh.

Buritizais – Wetland dominated by the palm *Mauritia flexuosa.*

Caatinga – Type of scrubland vegetation.

Cachoeiras – Cascades, series of small waterfalls, rapids.

Capões – Lower terrain occasionally with unflooded islands and vegetation typical of either semideciduous or cerrado forest.

Capybara – *Hydrochaeris hydrochaeris*, the world's largest rodent, found in the neotropics east of the Andes Mountains. Mostly terrestrial and common to swamps.

Cerrado – Area that consists mainly of tree and scrub savanna with some wide, open grasslands, but mainly grassland with scattered trees and denser savanna and an occasional forest-like structure.

Cerradão – Cerradão is what cerrado becomes after there has been no fire for a while and becomes more forest-like, thicker and no grass. See *cerrado*.

Clear water – Water type generally characterized by low to medium pH, high dissolved oxygen levels and moderate nutrient levels. The water is transparent.

Charco – See *brejo*.

Cordilheiras – Narrow and elongated sand hills up to two meters in height and covered by savanna vegetation.

Córrego – Small tributaries.

Corixos – Small perennial water courses with defined channels which link adjacent bays.

Delta – The section of a river where the main channel splits into numerous parallel and intertwining channels. Deltas are usually triangular in shape and characterized by significant soil deposition.

Endemic – Found only in a given area and nowhere else.

Estancia – Cattle ranch.

Fazenda – Farm.

Hidrovia project – A project to make 3,400 kilometers (2,100 miles) of the Rio Paraguai and Rio Paraná between Cáceres, Brasil and the Atlantic Ocean navigable to barges and large ships. This would entail dredging, straightening bends, digging new channels and destroying rock outcroppings. Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia, and Brasil are involved in the project.

Lato sensu – Transitional area of the cerrado.

Mata ciliar – Strip of evergreen gallery forest approximately 20 meters wide. Typical of the Upper Rio Negro region.

Oxbow lake – Former river channels that became isolated during the meander history of the main river. Often in the shape of a horseshoe. Oxbow lakes are connected with their main river during high water, but are variable in their connections during low water periods, with either shallow channels or completely disconnected. Some oxbow lakes can be isolated from flowing water for months, or perhaps years.

Pantaneiro – Person associated with the Pantanal.

Paratudal – Vegetation type with a predominance of paratudo (*Tabebuiu aurea*).

Peixe – Fish.

Pequi – *Caryocar brasiliense*, a tree from the family Cariocaraceas. Typical of the cerrado and heavily used for its wood and fruits.

Piracema – Species of fishes that undertake reproductive migrations, or the migrations themselves.

Planalto – Plateau region surrounding the Pantanal wetland.

Remanso – Abandoned meanders formed from the lateral arms of rivers. May be linked to the main river by a passage or channel.

Rio – River.

Riparian – Used to describe vegetation and habitat occurring on or near the edge of a river.

Salina – Saline or brackish pond not subject to seasonal flooding.

Sarã – Form of vegetation dominated by *Alchornea castaneifolia.*

Vazantes – Natural water drainage channels which exist only during flood season and do not have permanent banks.

Veredas – Habitat characterized by clear water streams with abundant aquatic vegetation, buriti palms (*Mauritia*), sandy bottoms and adjacent flooded areas. Often associated with spring waters. Also known as aguajales or morichales.

Watershed – An area drained by a particular river and its associated streams. Also known as a basin.

GAZETTEER

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, Vanda Lúcia Ferreira and Philip W. Willink

Georeference # C01
Upper Aquidauana Region
Latitude: 19º 53.68' S Longitude: 54º 52.50' W
28/Aug/1998
Time: 9:00-11:00
Stream about 7 kilometers from Rochedo in the direction of Corguinho. Clear water. Narrow creek (1-3 meters wide). Calm pools with sand bottoms and rocky riffles. Rocky beaches with little sand and shrubs and saw-grass along the shore. Riparian vegetation is highly degraded and narrow (<10 meters wide). Marginal areas transformed into pastures.

Georeference # C02
Upper Aquidauana Region
Latitude: 19º 48.67' S Longitude: 54º 50.65' W
28/Aug/1998
Time: 13:00-14:30
Stream at Chacara da Portela. Clear water. Sand bottom and beaches. Highly degraded riparian vegetation, scarce litter, and intensely impacted by human activity as seen by the destruction of riparian vegetation and marginal areas for pasture land. High levels of siltation. Sandy banks. Artificial lagoons near the edge of the creek, surrounded by palm trees (*Acracamya* sp.).

Georeference # C03
Upper Aquidauana Region
Latitude: 19º 48.67' S Longitude: 54º 50.65' W
28/Aug/1998
Time: 14:30
Marginal lagoon close to stream at Chacara da Portelo. Clear water. Mud bottom.

Georeference # C04
Upper Negro Region
Latitude: 19º 41.08' S Longitude: 54º 58.29' W
28/Aug/1998
Time: 15:30-17:00
Stream about 30 kilometers from the town of Rio Negro, soon after the Rochedo elevation. Mud and stone bottom. Swift current. Rocky banks. Grasses along the shore. Degraded riparian vegetation, pastures replace marginal areas and erosive process observed in some places.

Georeference # C05
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 14.90' S Longitude: 53º 25.38' W
30/Aug/1998
Time: 11:00-13:00 (herpetologists also sampled 20:00-21:15)
Stream near Fazenda Rio Bonito (about 50 kilometers from Costa Rica), located above waterfalls of Fazenda Rio Bonito. Narrow creek (2-3 meters wide), partially shaded by the riparian vegetation canopy. Shallow (about 50 centimeters) sand bottom, but some stretches with rocks and a stronger current. Some sandy beaches. Infrequent and narrow (<10 meters wide) riparian vegetation, with low trees (<8 meters high) and scarce understory vegetation. No grasses. Litter also scarce and dried. Forest along the shore with many roots and trunks in the water. Intense human impact in surrounding areas (pastures).

Georeference # C06
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 17.70' S Longitude: 53º 22.12' W
30/Aug/1998
Time: 15:30-17:30

Riacho Morro Alto, near Chácara Morro Alto, about 40 kilometers from Costa Rica. Clear water. Narrow creek (1-3 meters), shallow (<1 meter deep). Totally shaded by the riparian vegetation canopy. Mud/sand bottom with many fallen tree trunks. Some sandy beaches and small marginal marshes. Low and narrow riparian vegetation (<10 meters wide). Denser understory vegetation than in C05, with more litter found above moister ground (base of a hill). Intense human impact on surrounding areas (houses, road, subsistence crops).

Georeference # C07
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 12.15' S Longitude: 53º 22.77' W
31/Aug/1998
Time: 9:15-11:00
Córrego Engano, above the mouth of the corregão, 15 kilometers from Fazenda Rio Bonito. Large creek (5-10 meters, about 1 meter deep), with rapids well contained within banks. Sand bottom with fallen tree trunks. White water. Recovering riparian vegetation, with dense understory vegetation wider (>50 meters) than C05 and C06. Canopy >10 meters. Abundant litter. Degraded surrounding areas were originally native forest.

Georeference # C08
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 12.08' S Longitude: 53º 22.72' W
31/Aug/1998
Time: 11:30-12:30
Riacho "Corregão", near the confluence with Córrego Engano. Narrow bed (<5 meters) and shallow (<1 meter). Bottom of sand and rocks with numerous fallen tree trunks. Clear water. Small sandy beaches. Shrubs and trees compose the forest along the banks. Riparian vegetation in similar conditions to C07.

Georeference # C09
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 15.10' S Longitude: 53º 27.83' W
31/Aug/1998
Time: 15:30-17:30 (herpetologists also sampled 20:15-21:00)
Riacho Água Clara, about 3 kilometers from Fazenda Rio Bonito. Small, but apparently well preserved vereda, with characteristic elements. Narrow creek, shallow (<50 centimeters deep). Very clear water running over a sandy clay bed. Surrounded by buriti palm trees (*Mauritia vinifera*) and sparse shrubs. Margins consisting of seasonally humid fields (about 20 meters wide), with predominantly Gramineae, Ciperaceae and Eriocaulaceae vegetation over a peat bog ground. Cerrado vegetation beyond the humid fields.

Georeference # C10
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 15.75' S Longitude: 53º 27.98' W
31/Aug/1998
Time: 16:30-17:30
(herpetologists also sampled 01/Sep at 8:00-9:00 and 20:00-21:30)
"Córrego da Furna", near Riacho Água Clara, beyond Fazenda Rio Bonito. "Destroyed" vereda located within a valley. Narrow creek (<1 meter), shallow (<50 centimers deep), translucent. Forming some shallow marginal lagoons. Sand and mud bottom. Grasses, buritis. Seasonally humid fields, not as uniform as C09, but with numerous scattered shrubs.

Georeference # C11
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 16.38' S Longitude: 53º 27.45' W
01/Sep/1998
Time: 10:00-11:00
Rio Bonito, below the falls. Creek <5 meters wide and shaded by canopy. Shallow (<1 meter deep). Flow poorly contained within banks. Stream with sand bottom, tree trunks, and grasses growing along the water's edge. Numerous sandy beaches. Riparian forest with trees and shrubs, similar to C05, but slightly wider in parts and with temporary lagoons. Scarce litter.

Georeference # C12
Upper Taquari Region
Latitude: 18º 27.00' S Longitude: 53º 25.72' W
01/Sep/1998
Time: 15:30-16:30
Stream about 40 kilometers from Alcinópolis in the direction of Costa Rica. Degraded buriti. Rocky stream partially dammed by the road, forming a pool of water (about 80 centimeters deep). Mud bottom covered by decomposing vegetation. Shore covered by grasses. Surrounding areas transformed into pastures.

Georeference # C13
Upper Miranda Region
Latitude: 21º 26.15' S Longitude: 56º 25.75' W
03/Sep/1998
Time: 8:00-12:00 (herpetologists also sampled 20:00-21:30 and 23:00-24:00)
Rio da Prata, in Fazenda Rio da Prata, property of Sr. Eduardo. Gully, without beach. Wide river (about 10 meters), shallow (<1 meter) and poorly contained in its banks. Bottom with stones and sand. Transparent water. Dense riparian vegetation, relatively wide (about 50 meters; canopy <10 meters high), with numerous acuri palms (*Attalea phalerata*) and scarce understory vegetation. Abundant litter. Some artificial clearings and small tempo-

rary swamps in the wood. Artificial reservoirs near the edge of the wood and near the lodge, with scarce vegetation around it and little macrophytes. Surrounding area consisted originally of cerrado vegetation, but is now transformed into pastures.

Georeference # C14
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 26.15' S Longitude: 56° 26.05' W
03/Sep/1998
Time: 11:30
Riacho Olho D'Água, in the proximity of its confluence with the Rio da Prata, in Fazenda Rio da Prata, property of Sr. Eduardo. Bottom of sand, with pebbles, stones, gravel and tree trunks. Water very transparent. Gallery forest.

Georeference # C15
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 26.30' S Longitude: 56° 26.72' W
03/Sep/1998
Time: 15:00-18:00
Headwaters of Riacho Olho D'Água (spring), about 1200 meters from the confluence with the Rio da Prata, Fazenda Rio da Prata. Lentic environment, shallow (1 centimeter deep), rocky bed (calcareous) with sandy deposits, At an adjacent location (Rio da Prata, above the small waterfall), lotic environment, rocky bed, numerous pebbles and rocks along the margins. Clear water, transparent. Sections of the stream similar to small ponds. Many aquatic macrophytes. Seasonally flooded riparian vegetation, with scarce understory vegetation and abundant litter.

Georeference # C16
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 25.88' S Longitude: 56° 26.63' W
03/Sep/1998
Time: 17:15
Rio da Prata. Sand bottom with tree trunks. Similar to C13.

Georeference # C17
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 19.83' S Longitude: 56° 26.82' W
04/Sep/1998
Time: 10:45-11:30
Flooded córrego intersecting the road from Jardim to Bonito, about 60 kilometers from Jardim, after the point above Rio da Prata and Fazenda Alverado. Marshy area with some areas of slow flowing water formed by a Rio Mutum tributary. Shallow (<50 centimeters deep). Muddy bottom with some stones and sand. Black water. Extensive swampy area, surrounded by dense grassy vegetation and sparse shrubs.

Georeference # C18
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 17.92' S Longitude: 56° 25.95' W
04/Sep/1998
Time: 11:30-12:30
Rio Mutum, beneath the barrier on the road from Jardim to Bonito, about 65 kilometers from Jardim. Rapids, not very deep (about 70 centimeters). Muddy bottom and some areas very rocky. Clear water. Grasses on the shore. Degraded and narrow riparian vegetation, with scarce understory vegetation and litter. Degraded surrounding area (houses, pastures, subsistence crops, deforestation) originally made up of tall vegetation (about 20 meters).

Georeference # C19
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 09.80' S Longitude: 56° 26.38' W
04/Sep/1998
Time: 15:00-16:00 (herpetologists also sampled 4/Sep at 21:00-23:30, 5/Sep at 22:00-24:00, and 13/Sep at 11:15-12:00)
Rio Baía Bonita, in the Parque Baía Bonita or "Aquário Natural", above its confluence with the Rio Formoso. Creek poorly contained in its banks, slow flow, and shallow (about 1.5 meters deep). Pools in the river with calm and very clear water. Rocky bed (calcareous) and sand bottom with a little mud. Marginal lagoons, uniformly covered by dense and tall aquatic vegetation (about 2 meters). Dense riparian vegetation, partially flooded seasonally, with abundant litter, numerous acuri palms (*Attalea phalerata*) and small tributaries.

Georeference # C20
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 06.10' S Longitude: 56° 22.90' W
05/Sep/1998
Time: 9:00-9:45 (herpetologists also sampled 4/Sep at 19:00-21:00)
A) Rio Formoso, near the falls in the Rancho do Tucano. Cascades, strong current, rocky bottom. Clear water. River very long including stretches with arms very straight.
B) Tributary of the Rio Formoso, near Fazenda Tucano and road. Creek poorly contained in banks and narrow (<5 meters). Slow flow and partially covered by riparian vegetation. Sandy-clay bed. Poor riparian vegetation, narrow (<10 meters), with scarce litter. Sampling was also extended to artificial lagoons, where macrophytes and riparian vegetation were absent.

Georeference # C21
Upper Miranda Region
Latitude: 21° 05.47' S Longitude: 56° 14.47' W
05/Sep/1998
Time: 12:00

Stream overflowing the entrance of the property of "Projeto Vivo", near the edge of Rio Formoso. Marshy stream between the properties. Areas with flowing water intermingling with still water pools. Muddy bottom with gravel. Clear water. Aquatic macrophytes present. Grass along the shores.

Georeference # C22
Upper Miranda Region
Latitude: 20º 58.32' S Longitude: 56º 32.82' W
05/Sep/1998
Time: 17:00-17:30
Rio Mimoso, beneath the barrier along highway MS-178 between Bonito and Bodoquena, about 17 kilometers from Bonito. Narrow river (<5 meters wide) and shallow (<1 meter deep). Bottom of stones, calcareous rock, mud, and sand. Clear water. Degraded riparian vegetation at the sampled location with large clearings and dense clumps of bamboo. Grasses closer to the water.

Georeference # C23
Upper Miranda Region
Latitude: 21º 15.40' S Longitude: 56º 38.18' W
06/Sep/1998
Time: 12:00-13:00 (herpetologists also sampled 10:30-11:30)
Reappearance of the Rio Formoso, near Fazenda Formosa, 40 kilometers from Bonito. Narrow river (up to 5 meters) and shallow (about 50 centimeters). At times forming deeper pools. Partially covered by the riparian vegetation. Sand and rock bottom. Clear water. Aquatic macrophytes along some stretches. Semideciduous forest along the shore. Tall riparian vegetation (>10 meters), wide (>20 meters), with scarce understory vegetation and abundant litter.

Georeference # C24
Upper Miranda Region
Latitude: 21º 15.24' S Longitude: 56º 33.60' W
06/Sep/1998
Time: 14:30-15:00
Rio Formozinho, on the side of the Fazenda São Geraldo, about 17 kilometers from Bonito. Narrow river (<10 meters) and shallow (<1 meter deep). Clear water. Sand and rock bottom. Aquatic macrophytes in the shallows. Small sandy-clay beaches. Little riparian vegetation (trees and grasses), narrow (<10 meters), with scarce litter. Surrounding areas made up of pastures.

Georeference # C25
Upper Miranda Region
Latitude: 20º 40.23' S Longitude: 56º 45.58' W
07/Sep/1998
Time: 13:00-15:00
Rio Salobra, beneath the barrier along the road from Bonito to Bodoquena, about 18 kilometers from Bonito. Bottom with sand, gravel, pebbles, and rocks. Very clear water. Alternating areas of riffles and pools. Deforested area converted to pasture.

Georeference # C26
Upper Miranda Region
Latitude: 20º 40.72' S Longitude: 56º 46.87' W
07/Sep/1998
Time: 12:00-15:00
Rio Salobrinha, about 2 kilometers at the barrier with Rio Salobra, about 18 kilometers from Bonito on highway MS-178 between Bonito and Bodoquena. River very well contained within banks, running through hills and steep riverbanks. Narrow (<10 meters) and shallow (up to 1.5 meters), with small waterfalls. Bottom of many pebbles, calcareous formations, and sand. Crystal clear water with alternating rapids and pools. Areas with decomposing vegetation. Numerous pebble beaches, with abundant litter. Riparian vegetation on the hillside, transformed into pasture.

Georeference # C27
Lower Negro Region
Latitude: 19º 08.28' S Longitude: 56º 49.23' W
08/Sep/1998
Time: 13:00-15:00
Baía da Passagem, below the Fazenda Cáceres (near Fazenda Alegria), Nhecolândia. Circular, isolated pond. Shallow (<1 meter deep). Substrate covered by large amounts of aquatic vegetation, including many *Salvinia auriculata* near the margins, *Eichhornia* sp. and others at the center. Sand and decomposing organic matter on the bottom. Surrounded by grassy vegetation (about 30 meters wide) and acuri coppice. Sandy soil.

Georeference # C28
Lower Negro Region
Latitude: 19º 12.68' S Longitude: 56º 54.80' W
08/Sep/1998
Time: 16:00-17:00
Flooded field and baía along Estrada Parque (MS 184) between Fazenda Cáceres and the Curva do Leque, Pantanal of Nhecolândia region. Circular baía, located within drenched grassy vegetation due to recent rainfall. Aquatic macrophytes growing over a bottom of mud and decomposing organic matter. Dried shrubs present at the center of the baía; small clump of caranda palms (*Copernicia* sp.) near the margins. Grasses on the banks.

Georeference # N01
Upper Negro Region
Latitude: 19º 24.42' S Longitude: 54º 59.04' W
25/Aug/1998
Time: 21:00-23:00 (herpetologists also sampled 26/Aug at 19:00-20:30 and 27/Aug at 19:00-20:00)
Small pool approximately 20 meters from highway MS-080 between Rio Negro and Perdigão. Clear water pool and small stream. Rock and mud bottom. Minimum current. Margins with grassy vegetation and other native cerrado plants (regeneration). Surrounding area now transformed into pastures.

Georeference # N02
Upper Negro Region
Latitude: 19º 23.25' S Longitude: 54º 58.79' W
26/Aug/1998
Time: 9:30-13:00
Rio do Peixe at highway MS-080. Narrow river (<8 meters wide). Sand bottom with some logs. Medium to slow current. No aquatic vegetation. Highly silted in this area. Rocky and sandy beaches with grassy patches. Sandy banks. Narrow riparian vegetation (<10 meters wide) and degraded. Intense human impact at the surrounding areas (pastures).

Georeference # N03
Upper Negro Region
Latitude: 19º 21.70' S Longitude: 54º 59.50' W
26/Aug/1998
Time: 16:00-18:00
Rio do Garimpo at Highway MS-080. Narrow river (<8 meters wide). Clear water. Sand, gravel, and rock bottom. Moderate to strong current. No aquatic vegetation. Highly silted conditions. Grassy vegetation on sand banks. Disturbed forest with some overhanging vegetation along bank. Riparian vegetation and surrounding areas similar to N02.

Georeference # N04
Upper Negro Region
Latitude: 19º 34.65' S Longitude: 54º 53.52' W
27/Aug/1998
Time: 9:10-11:00
Rio do Peixe above falls at Buraco das Araras (Hole of the Macaws). Small river. Clear water. Sand, rock, and some mud on bottom. Moderate to strong current. No aquatic vegetation. Cerrado vegetation along bank.

Georeference # N05
Upper Negro Region
Estimated Latitude: 19º 34.21' S
Estimated Longitude: 54º 53.74' W
27/Aug/1998
Time: 9:30-11:30
Rio do Peixe below falls at Buraco das Araras (Hole of the Macaws). Small river at the base of a ravine. Clear water. Boulders, large stones, and some sand and mud on the bottom. Fast current. No aquatic vegetation. Gallery forest in the ravine, but cerrado outside the ravine.

Georeference # N06
Upper Negro Region
Latitude: 19º 26.12' S Longitude: 55º 01.05' W
27/Aug/1998
Time: 15:00-17:30
Rio Negro at Cachoeira do Kubota (Kubota Waterfall), behind Fazenda Boa Vista. Moderate river. Clear to black water. Solid rock bottom, with waterfalls, rapids, and a couple of sand beaches. Very fast current. No aquatic vegetation. Riparian vegetation relatively well preserved (mesophytic, >10 meters high, on a hillside, above rocky ground, difficult access). Surrounding areas intensely impacted by humans (subsistence crops, pastures, and recent deforestation).

Georeference # N07
Middle Negro Region
Latitude: 19º 09.69' S Longitude: 55º 18.00' W
28/Aug/1998
Time: 9:00-11:30
Córrejo Anhuma at road. Moderate river with backwaters and small pools isolated from the river. Clear water in the main channel, but moderately turbid in the backwaters and pools. Sand bottom in the river, but backwaters and pools are muddy. Slow to moderate current. No aquatic vegetation in the main channel, but sometimes thick along the banks and in the pools. Low sand banks covered with grasses.

Georeference # N08
Middle Negro Region
Latitude: 19º 07.68' S Longitude: 54º 20.53' W
28/Aug/1998
Time: 11:45-15:00
Corixão at road about 6.5 kilometers west of Rio Anhuma. A small river (10-15 meters wide) and backwater. The main channel is black water with a sand bottom and moderate current. The backwater is slightly turbid water with mud, sticks, some logs, and silt along the bottom. Scattered aquatic vegetation throughout the area. Lagoons with aquatic macrophytes in areas flooded by the river. Riparian vegetation altered near the road. Understory vegetation nearly absent. Surrounding area transformed into pastures.

Georeference # N09
Middle Negro Region
Latitude: 19º 19.10' S Longitude: 55º 10.52' W
28/Aug/1998

Time: 16:10-17:10
Rio Negro at highway BR-419. Moderate river. Clear to turbid water. Sand bottom with some mud. Moderate to fast current. No aquatic vegetation. Disturbed forest along the banks.

Georeference # N10
Middle Taboco Region
Latitude: 20º 04.38' S Longitude: 55º 38.81' W
30/Aug/1998
Time: 9:20-12:00 (herpetologists also sampled 30/Aug at 20:30-22:30, 31/Aug at 18:30-19:00 and 19:30-21:30, and 01/Sep at 8:00-9:00)
Rio Taboco at Fazenda Taboco. Moderate river and a braço morto. Disturbed forest then farmland along the banks.
A) Main channel is white water with sand bottom and mud near the shore. Moderate to swift current. Some overhanging vegetation along the banks.
B) The braço morto is white water with a mud and clay bottom. *Eichhornia azurea* is present.

Georeference # N11
Middle Taboco Region
Latitude: 20º 04.92' S Longitude: 55º 38.37' W
30/Aug/1998
Time: 14:30-16:15
Rio Taboco Swamp. Meandering river channels and backwaters. Clear to white water. Sand with some mud on the bottom. Slow current. Patches of *Eichhornia azurea*. Swamp ringed with a narrow forest. Cattle ranching on the other side of the forest.

Georeference # N12
Upper Taboco Region
Latitude: 19º 56.18' S Longitude: 55º 19.41' W
31/Aug/1998
Time: 10:00-12:30
Córrego São João, also called Vereda 1 (Taboco) by us. Bridge over nearby road linking Cipôlandia to Taboco. Small river (<5 meters wide). Clear water. Sand, some bedrock, and some mud on bottom. Moderate to swift current. Scattered patches of aquatic grasses. Margins with grassy vegetation. Surrounding areas with short hills, containing pastures on low plains and mesophytic vegetation on the hills.

Georeference # N13
Upper Taboco Region
Latitude: 19º 49.18' S Longitude: 55º 15.60' W
31/Aug/1998
Time: 13:00-14:00
Vereda 2 (Taboco). Small river with pools, riffles, and patches of aquatic vegetation. Clear water. Sand, bedrock, and some mud on bottom. Moderate to swift current. Short disturbed forest along bank.

Georeference # N14
Middle Negro Region
Latitude: 19º 34.54' S Longitude: 56º 14.62' W
02/Sep/1998
Time: 7:45-8:20 (herpetologists also sampled 01/Sep at 21:30-23:30, 02/Sep at 17:30-22:30, and 03/Sep at 22:00-23:30)
Braço morto of Rio Negro at Fazenda Rio Negro. Braço morto. Black water. Sand bottom. No current. No aquatic vegetation. Near the main lodge, all the riparian vegetation has been removed. The opposite margin still maintains riparian vegetation in good conditions. Predominantly sandy soil and sandy-clay bed. Native pastures on margins and on surrounding areas, where there are many patches of well preserved semideciduous capões.

Georeference # N15
Middle Negro Region
Latitude: 19º 36.13' S Longitude: 56º 20.48' W
02/Sep/1998
Time: 11:30-14:30
Corixo de Arriranha. Medium river (about 15 meters wide). Black water. Sand and mud on bottom. Swift to moderate current. Patches of aquatic vegetation. Low grass dunes along the shore. Naturally narrow riparian vegetation (<15 meters wide), with scarce understory vegetation and a thin layer of litter. In some parts the vegetation was cut back where lodges for the surrounding farms were built. Adjacent areas consist of native pastures and capões.

Georeference # N16
Middle Negro Region
Latitude: 19º 36.16' S Longitude: 56º 19.72' W
02/Sep/1998
Time: 15:00-15:30
Corixo do San Antonio. Braço morto. Turbid to black water. Mud and leaves on bottom. No current. No aquatic vegetation. Field on one bank, and narrow riparian forest then field on the other bank.

Georeference # N17
Middle Negro Region
Latitude: 19º 35.89' S Longitude: 56º 20.47' W
03/Sep/1998
Time: 8:30-9:45
Brejo do Santa Sofia. Backwater and river channel near edge of swamp. Large flooded areas with numerous canals and nearly completely covered by grass and macrophytes. Surrounding areas similar to N14 and N15.
A) Backwater had clear to turbid water and mud bottom. No current. Aquatic grasses and weeds along the edge, but very little aquatic vegetation in the middle.
B) River channel had black to turbid water and sand bottom. Moderate to swift current. Sparse aquatic vegetation near shore, but otherwise none.

Georeference # N18
Middle Negro Region
Latitude: 19º 36.64' S Longitude: 56º 24.87' W
03/Sep/1998
Time: 11:30-14:30
Rio Novo in Brejo do Santa Sofia. Small channel in center of swamp. Marsh. Turbid water. Mud and sand on bottom. Moderate current in channel. Edges of channel thick with aquatic vegetation which extended throughout the rest of the marsh. Shore is marsh with some low sand banks. Physically similar to N17.

Georeference # N19
Middle Negro Region
Latitude: 19º 34.04' S Longitude: 56º 14.06' W
03/Sep/1998
Time: 16:30-17:00 (herpetologists also sampled 19:00-20:00)
Baía near Fazenda Rio Negro. Shallow pond. Slightly turbid water. Mud bottom. Patches of water hyacinths along the edge, with sparse aquatic grasses else where (*Salvinia auriculata, Eichhornia azurea* and others). Shore is native pastures and cordilheira – unflooded sandy strips with either semideciduous or cerradão vegetation.

Georeference # N20
Middle Negro Region
Latitude: 19º 33.30' S Longitude: 56º 13.44' W
03/Sep/1998
Time: 17:15-18:00 (herpetologists also sampled 03/Sep at 20:00-21:30 and 04/Sep at 15:30-17:30 and 19:00-21:00)
Salina near Fazenda Rio Negro. Circular, shallow, saline pond. Clear water. Sand bottom covered by 30 centimeters of flocculent matter. Sparse aquatic grasses. Shore is sand beach then forest and cordilheira.

Georeference # N21
Middle Negro Region
Latitude: 19º 36.70' S Longitude: 56º 02.78' W
04/Sep/1998
Time: 11:00-13:30
Braço morto near Fazenda São Pedro. Braço morto. Black water. Sand and mud bottom. Very little current, if any. No aquatic vegetation. Short forest and pasture along bank. Physically similar to N15.

Georeference # N22
Lower Negro Region
Latitude: 19º 36.73' S Longitude: 56º 55.42' W
06/Sep/1998
Time: 13:15-14:30
Rio Vermelho at Fazenda Xaraes. Braço morto and main channel. Sand beach then disturbed forest along shore.
A) Braço morto with clear to slightly turbid water and a bottom of mud, leaves, and some sand. No current. Very little aquatic vegetation.
B) Main channel with slightly turbid water and a bottom of sand and some mud. Moderate current. Very little aquatic vegetation.

Georeference # N23
Lower Negro Region
Latitude: 19º 36.96' S Longitude: 56º 56.48' W
06/Sep/1998
Time: 15:00-15:50
Rio Vermelho 1. Braço morto and main channel. Slightly turbid water. Mud and some leaves on bottom. No current in the braço morto, but moderate in the main channel. Some short aquatic vegetation. Disturbed forest along shore.

Georeference # N24
Lower Negro Region
Latitude: 19º 37.22' S Longitude: 56º 57.27' W
06/Sep/1998
Time: 16:00-17:00
Rio Vermelho 2. Braço morto with floating meadows. River not very wide (about 10 meters wide). Slightly turbid water. Mud and leaves on bottom. No current. Two kinds of water hyacinths in separate patches. Sandy beaches with grassy vegetation in some parts. Naturally narrow riparian vegetation (<10 meters wide), deforestation in parts. Surrounding areas with native pastures, sparse shrubs, some capões, and paratudal (*Tabebuia aurea*).

Georeference # N25
Lower Negro Region
Latitude: 19º 27.37' S Longitude: 57º 01.64' W
07/Sep/1998
Time: 10:40-12:10
Rio Abobral 1. Braço morto and main channel. Disturbed forest along shore.
A) Braço morto with turbid water and a bottom of mud, leaves, and sand. No current. No aquatic vegetation.
B) Main channel with turbid to black water and sand bottom. Very little current. No aquatic vegetation.

Georeference # N26
Lower Negro Region
Latitude: 19º 26.68' S Longitude: 57º 02.49' W
07/Sep/1998
Time: 12:35-14:00
Rio Abobral 2. Main channel and braço morto. Steep sand/mud banks topped by disturbed forest. Naturally narrow riparian vegetation (<10 meters wide), highly altered along the sampling site. Surrounding areas contained capões and native pastures with sparse shrubs.
A) River not very wide (about 10 meters wide). Main channel is turbid to black water and a bottom of sand and

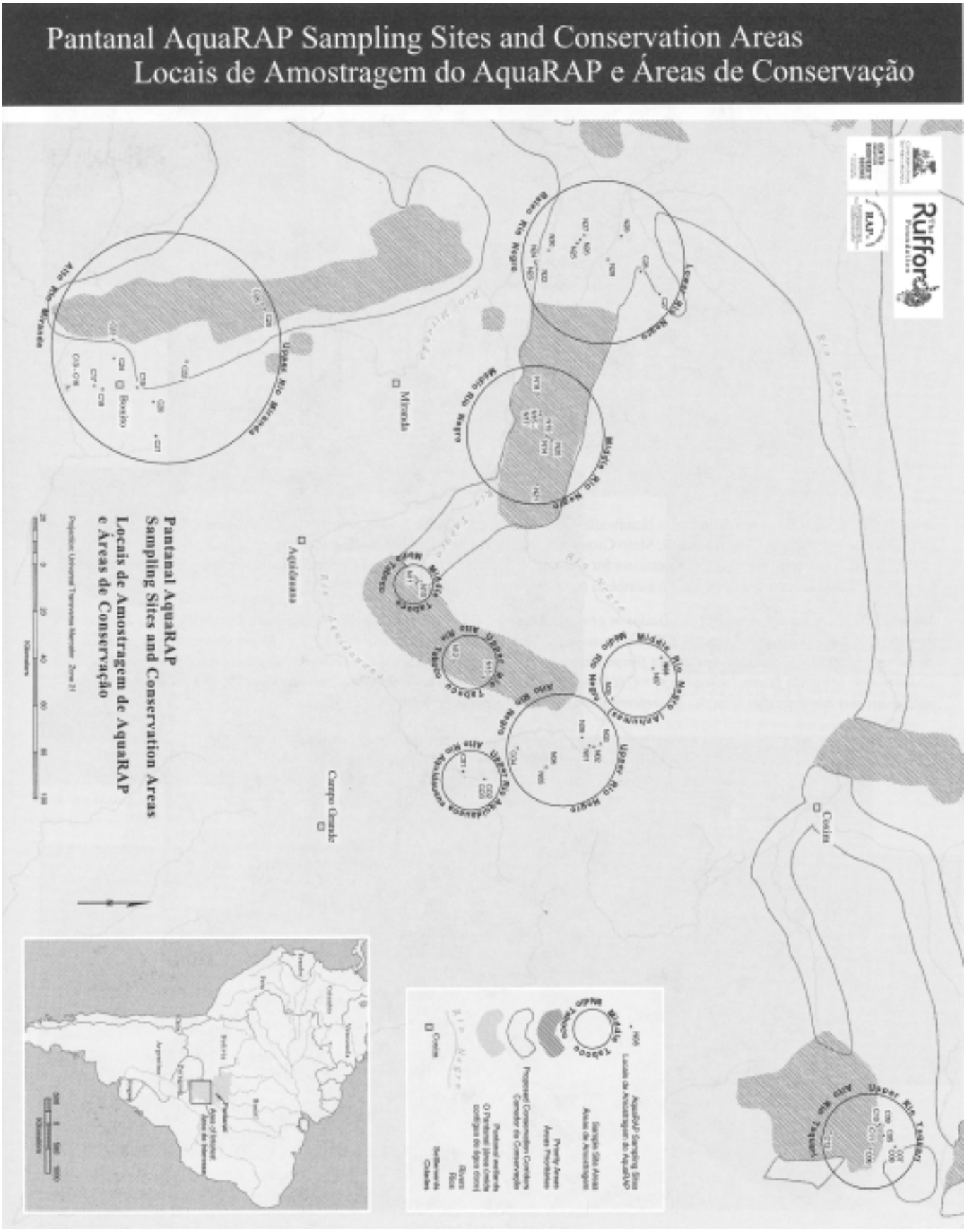
some mud. Very little current. No aquatic vegetation.
B) Braço morto with turbid water and a sand and mud bottom. No current. No aquatic vegetation.

Georeference # N27
Lower Negro Region
Latitude: 19º 25.73' S Longitude: 57º 03.68' W
07/Sep/1998
Time: 14:30-15:30
Rio Abobral 3. Main channel and braço morto. Disturbed forest along the shore.
A) Main channel with black to slightly turbid water and a bottom of sand and mud. Slow current. No aquatic vegetation.
B) Braço morto with black to turbid water and a bottom of mud, sand, and leaves. No current. No aquatic vegetation.

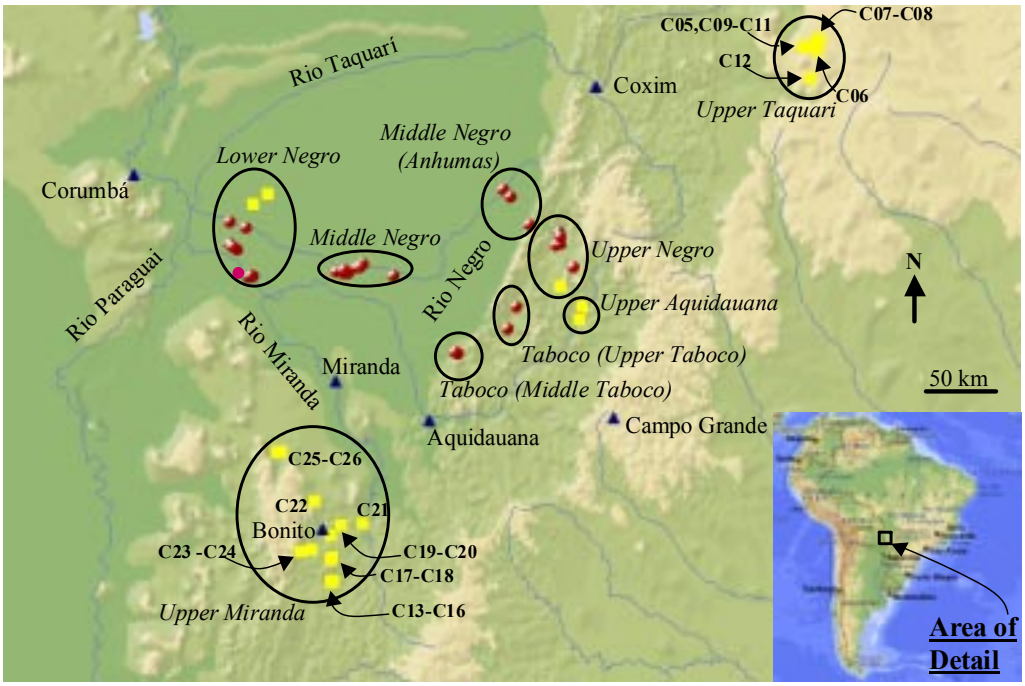
Georeference # N28
Lower Negro Region
Latitude: 19º 20.29' S Longitude: 56º 57.70' W
08/Sep/1998
Time: 11:30-13:30
Lower Rio Negro Swamp. "Rio Negrinho". Backwater or vazante. Black to turbid water. Mud bottom. Little current. Patches of aquatic macrophytes and some submerged grasses. Surrounding areas composed of native pastures with sparse shrubs and some capões.

Georeference # N29
Lower Negro Region
Latitude: 19º 17.16' S Longitude: 57º 03.39' W
08/Sep/1998
Time: 15:30-16:30
Rio Negro at highway MS-184 between Nhecolândia and highway BR-262. "Rio Negrinho". Corixo and open water in a marsh. Black water. Mud, detritus, and sand on bottom. None to very little current. Aquatic vegetation thick along edge. Shore is brush and a few shrubs. Surrounding areas similar to N28.

Georeference # N30
Lower Negro Region
Latitude: 19º 34' S Longitude: 57º 00' W
Herpetologists alone sampled 06/Sep at 21:30-22:30, 07/Sep at 19:00-20:30, and 08/Sep at 20:30-21:45.
Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, near Passo do Lontra. Sampling carried out near the center, in areas flooded by the Rio Miranda. Aquatic environment shallow (about 50 centimeters) and with macrophytes. Margins with grassy vegetation and some shrubs. Surrounding areas contain paratudal and some capões, as well as riparian vegetation.

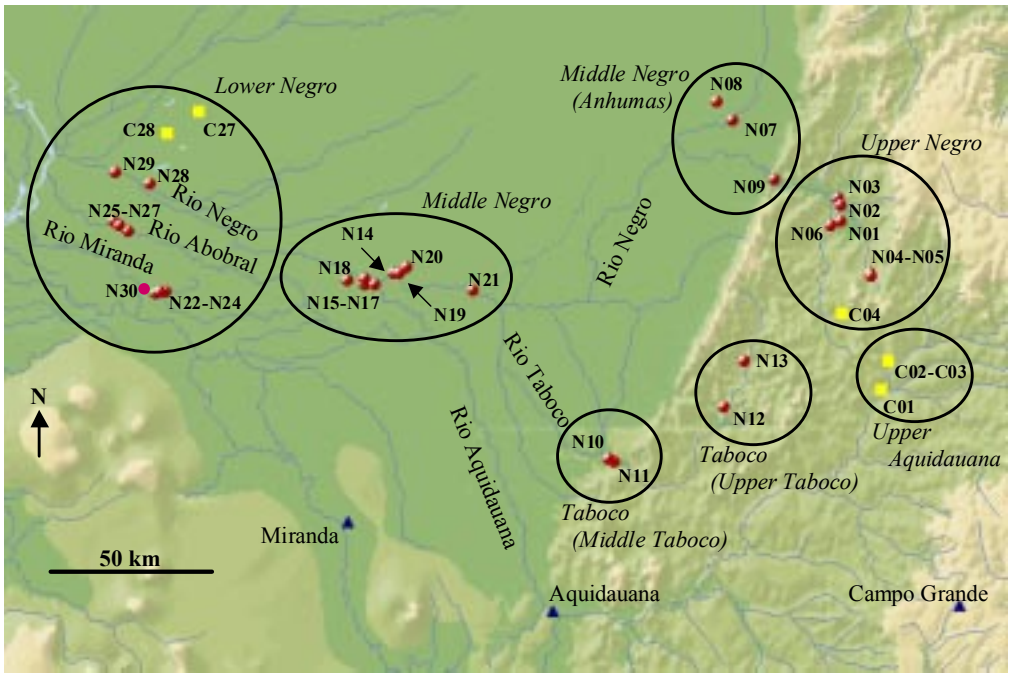


Map 1. Satellite image of the Pantanal showing AquaRAP sampling sites and conservation areas.
Mapa 1. Imagem de satélite do Pantanal mostrando locais de amostragem do AquaRAP e áreas de conservação.



Map 2. Georeference stations (squares = Headwater Group, circles = Rio Negro Group) for the 1998 Aquatic Rapid Assessment Program expedition to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Regions are circled and labeled in italic. Select cities (triangles) are indicated. Georeference numbers for stations in the Upper Taquari and Upper Miranda regions are indicated. See Map 3 for additional georeference station numbers. *Map by Philip Willink.*

Mapa 2. *Estações georefenciadas (quadrados = grupo cabeceiras, círculos = grupo Rio Negro) para a expedição do Programa Aquático de levantamento Rápido em 1998 no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. As regiões foram destacadas dentro dos círculos e referidas em itálico. As cidades foram destacadas usando triângulos. As georeferências para estações na Parte Alta do Taquari e do Miranda foram indicados por C (cabeceiras) N (Rio Negro) seguida por números. Veja Mapa 3 para informações adicionais dos números das estações georeferenciadas. Mapas por Philip Willink.*



Map 3. Georeference stations (squares = Headwater Group, circles = Rio Negro Group) and their numbers in the Negro and Aquidauana basins. Regions are circled and labeled in italic. Select cities (triangles) are indicated. *Map by Philip Willink.*

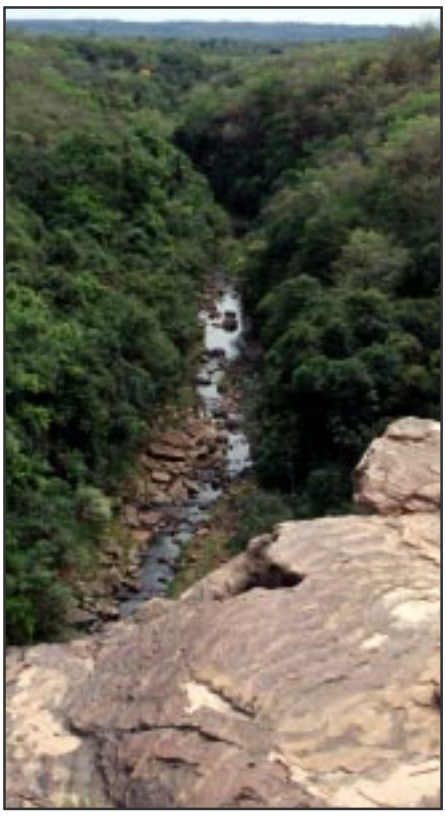
Mapa 3. *Estações georefenciadas (quadrados = grupo cabeceiras, círculos = grupo Rio Negro) e seus números nas Bacias do Rio Negro e do Aquiduana. As regiões foram destacadas dentro dos círculos e referidas en itálico. As cidades foram destacadas usando triângulos.*

B. Chernoff

Small falls at Parque Ecológico Baía Bonita – Aquário Natural area near Bonito. The clear water is largely groundwater fed through limestone or sand.
Pequenas quedas d'água no Parque Ecológico Baía Bonita – Aquário Natural próximo a Bonito. As águas transparentes são na grande maioria de origem subterrânea abastecidas através de substrato arenoso ou calcário.

J. Murdoch

Salina lake. Pantanal.
Salina, Pantanal.



R. Foster

Buraco das Araras; Rio do Peixe headwaters, Rio Negro drainage. Water decending from Brazilian Shield, semi-deciduous forest above, evergreen forest below.
Buraco das Araras; cabeceiras do Rio do Peixe, drenagem do Rio Negro. Água descendo do Planalto Central e floresta semidecídua acima, mata abaixo.

R. Foster

Baía with floating mats of grasses and sedges near Fazenda Rio Negro.
Baia com ilhas de gramíneas flutuantes e junça próximo a Fazenda Rio Negro.

J. Murdoch

Pantanal AquaRAP 1998 Team (From left to right):
Equipe do AquaRAP Pantanal 1998. (da esquerda para a direita)
Front row *Primera fila*: Jimi Nakajima, Flávio Lima, Angela Maria Zanata, Masao Uetanabaro, Geraldo Alves Damasceno Jr., Ubirazilda Maria Rezende, Vali Pott, Antonio Machado-Allison. **Second row *Segunda fila*:** Agostinho Catella, Reinaldo Lourival, Luís Henrique Sant'Agostino, Alice Takeda, Leeanne Alonso. **Third row *Terceira fila*:** Marcos Callisto Pereira, Hernán Ortega, Otávio Froehlich, Célio Magalhães, Barry Chernoff, Vanda Ferreira, Mônica Toledo Piza, Naércio Menezes, Robin Foster, Joaquim Cavalcanti Freire, Djalma Cáceres de Oliveira. **Fourth row *Quarta fila*:** Philip Willink, Antônio Costa Campos, Osvaldo Oyakawa, Arlo Hemphill, Ramiro Barriga, Wilson S. da Silva.

J. Murdoch

From right to left: Antonio Machado-Allison, Agostinho Catella, Célio Magalhães, Barry Chernoff, and Philip Willink sample a floating meadow in a braço morto of the Rio Vermelho.
Da esquerda para a direita: Antonio Machado-Allison, Agostinho Catella, Célio Magalhães, Barry Chernoff e Philip Willink coletando dentre a vegetação flutuante de uma braço morto do Rio Vermelho.

R. Foster

Eichhornia crassipes (Family Pontederiaceae).

R. Foster

Floating mats of *Eichhornea azurea*; Rio Miranda near research station at Passo do Lontra.
Ilhas flutuantes de Eichornea azurea; *Rio Miranda próximo a Base de Pesquisa da Passo do Lontra.*

R. Foster

Hydrocleys sp. (Family Limnocharitacea).

J. Murdoch

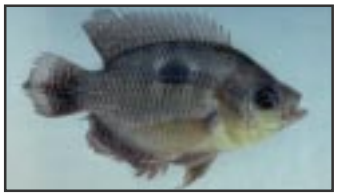
Phyllomedusa hypocondrialis
Sapo folha, sapo verde; leaf frog.

B. Chernoff

Common and widespread throughout the Pantanal, *Acestrorhynchus pantaneiro,* is about 8 inches (200 mm) long and an important predator on smaller fishes.
Comum e podendo ser encontrado em todo o Pantanal, Acestrorhynchus pantaneiro *mede por volta de 200 mm de comprimento e é um importante predador de peixes pequenos.*

B. Chernoff

Pygocentrus nattereri, similar to the infamous Amazonian red-bellied piranha. These yellow-bellied piranha were only collected in the Middle and Lower Rio Negro.
Pygocentrus nattereri*, semelhante à temida piranha amazônica de ventre vermelho. Esta espécie de piranha de ventre amarelado foram encontradas apenas na região das partes baixa e média do Rio Negro.*



B. Chernoff

Chaetobranchopsis australes Small cichlid (generally less than 6 inches or 150 mm).
Chaetobranchopsis australes – *pequeno ciclídeo medindo geralmente menos de 150mm.*

J. Murdoch

Caranguejo de rio, river crab, *Dilocarcinus pagei* (Family Trichodactylidae).

J. Murdoch

Caiman, *Caiman yacare* (Family Alligotoridae).

Programa de Avaliação Rápida

18

RAP Buletim de Avaliação Biológica

Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Philip W. Willink, Barry Chernoff, Leeanne E. Alonso, Jensen R. Montambault e Reinaldo Lourival, Editores

CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE (CABS)
CONSERVATION INTERNATIONAL
THE FIELD MUSEUM
MUSEU DE ZOOLOGIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EMBRAPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

PREFÁCIO

O Pantanal é a maior área úmida contígua de água doce do mundo, englobando mais de 140.000 km^2. É um oásis para milhares de espécies de plantas e animais, proporcionando um santuário para aves aquáticas e migratórias, um viveiro de crucial importância para peixes, e refúgio essencial para jacarés, ariranhas, cervos e onças-pintadas. A Bacia do Alto Paraguai, onde se situa o Pantanal, é uma região próspera para a agricultura e pecuária. Ameaças à estabilidade e a sustentabilidade dos ecossistemas do Pantanal podem ter suas origens, dentro ou fora de seus limites. A conversão do habitat em áreas de desenvolvimento de atividades agrícola e pecuária tem eliminado muitas áreas extensas de florestas e tem mudado as características dos rios. O projeto da Hidrovia, com a canalização e retificação do Rio Paraguai, tem potencial para drenar grandes extensões do Pantanal e mudar para sempre as características de seu ciclo natural de cheias.

Por esses motivos, a equipe AquaRAP, composta por 31 cientistas brasileiros e estrangeiros, 2 coordenadores de logística, 1 fotógrafo, 1 webmaster e 6 assistentes planejaram e executaram a expedição ao Pantanal de Mato Grosso do Sul, de 24 de agosto a 24 de setembro de 1998. O grupo se dividiu em duas equipes com a finalidade de pesquisar: i) as cabeceiras dos rios Taquari, Aquidauana, Negro e Miranda; e ii) toda a bacia hidrográfica do Rio Negro, incluindo o Rio Taboco, desde suas cabeceiras até sua foz no Rio Paraguai.

A equipe multidisciplinar composta por instituições brasileiras, equatorianas, peruanas, venezuelanas e americanas obteve autorização e suporte do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).
Especialistas de diversas áreas como: botânica aquática e terrestre, crustáceos decápodes, macro-invertebrados, ictiologia, herpetologia, e limnologia, contribuíram à equipe do AquaRAP por seu caráter integrador de diferentes disciplinas, e foi formada tanto por cientistas como por estudantes de alto nível. A expedição centrou-se basicamente nos valores biológicos e conservacionistas da região e em como as soluções integradas podem funcionar para preservar ao máximo a biodiversidade, em face às ameaças atuais e futuras.

Iniciamos o relatório com um sumário executivo que inclui uma breve descrição das características da região, assim como resumos dos relatórios técnicos das diversas disciplinas científicas, e concluímos com recomendações para uma estratégia de conservação. Apresentamos então os resultados biológicos referentes aos inventários de botânica, limnologia, crustáceos decápodes, peixes, anfíbios e répteis. O último capítulo destaca as comunidades de flora ou fauna com respeito à sua distribuição e ecologia. Os relatórios disciplinares estão escritos na forma de dissertação científica, cada um contendo suas próprias citações bibliográficas para a facilidade de uso. Após as dissertações científicas, seguem os apêndices com grande parte dos dados brutos e por fim um glossário de termos.

Gostaríamos de explicar a forma como usamos os termos *diversidade* e *riqueza de espécies*. Por definição, *diversidade*, quando usada em um contexto de organismos biológicos, refere-se ao número de e à variedade de tipos de espécies, organismos, grupos taxonômicos, etc. Na literatura ecológica, *diversidade* toma um significado ligeiramente diferente e mais específico, referindo-se ao número de organismos em combinação com sua abundância relativa. O uso ecológico de *diversidade* pode ser

encontrado no capítulo 4. Neste volume, *diversidade* é usada de duas maneiras: i) no sentido geral e literário, ocasionalmente nos referimos à "*diversidade* dos organismos", como sendo o número de e a variedade de organismos; mas ii) no sentido ecológico, referimo-nos à "baixa ou alta *diversidade*", como sendo a *"diversidade*" calculada a partir de uma fórmula específica. Note que no vernáculo, *diversidade* nunca é modificada em alta ou baixa ou usada de forma comparativa. Na literatura ecológica, o termo *riqueza de espécies* significa o número de espécies. Usamos *riqueza de espécies* em vários capítulos (ex.: capítulo 7) ao referir-nos ao número de espécies presentes em um hábitat ou bacia fluvial.

A intenção é que este relatório seja usado por tomadores de decisão, administradores ambientais, agências governamentais e não-governamentais, estudantes e cientistas. As inusitadas informações e análises aqui apresentadas têm dois objetivos: (i) apresentarmos um caso imperioso e uma estratégia contundente para esforços conservacionistas dentro da região; e (ii) que os dados científicos e análises estimulem a pesquisa científica futura desta região de essencial importância. Neste volume, tentamos não só simplesmente apresentar um inventário dos organismos coletados durante nossa expedição, mas também, usar todas essas informações para avaliar estratégias de conservação que possam ser empregadas para remediar ou cessar as ameaças existentes e futuras (ex.: capítulo 7). Recebemos com prazer comentários e críticas à medida que continuamos a desenvolver o AquaRAP e os métodos usados para a avaliação das estratégias de conservação a partir dos dados biológicos.

Barry Chernoff
Philip W. Willink
Leeanne E. Alonso
Jensen R. Montambault
Reinaldo Lourival

CONTEÚDO

122 Prefácio

127 Participantes

132 Perfil das Instituições

134 Agradecimentos

136 Relatório em Relance

138 Sumário Executivo e Visão Geral

138 Introdução
140 Sumário dos Capítulos
144 Atividades de Pesquisa e Conservação Recomendadas

146 Capítulos

146 **1. Introdução ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Reinaldo Lourival, Mônica Harris e Jensen R. Montambault

152 **2. Levantamento Florístico das Cabeceiras dos Rios Negro, Aquidauana, Taquari e Miranda no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima e Ubirazilda Maria Rezende

163 **3. Descrição da Vegetação do Rio Negro. Pantanal: Mato Grosso do Sul, Brasil. AquaRAP 1998**
Robin B. Foster, Vali J. Pott e Suzana de Salis

168 **4. Levantamento das comunidades bentônicas do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Alice Michiyo Takeda, Marcos Callisto Faria Pereira e Francisco Antonio R. Barbosa

175 **5. Caracterização da Comunidade de Crustáceos Decápodos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Célio Magalhães

183 **6. Diversidade, Distribuição, e Habitats Críticos dos Peixes dos Rios: Negro, Negrinho, Taboco, Taquari e Miranda, e sua importância para a conservação e desenvolvimento sustentável do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Philip W. Willink, Otávio Froehlich, Antonio Machado-Allison, Naércio Menezes, Osvaldo Oyakawa, Agostinho Catella, Barry Chernoff Flávio C.T. Lima, Mônica Toledo-Piza, Hernán Ortega, Angela Maria Zanata e Ramiro Barriga

202 **7. Estrutura biogeográfica das comunidades de peixes de água doce no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Barry Chernoff e Philip W. Willink

219 **8 Levantamento de Anfíbios e Répteis de Localidades Selecionadas na Porção Sul da Planície Alagável do Pantanal e Cerrado do Entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil.**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro e Vanda Lúcia Ferreira

224 **9 Padrões da biodiversidade dentro do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**
Barry Chernoff e Philip W. Willink

229 Glossário

231 Índice geográfico
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, Vanda Lúcia Ferreira, e Philip W. Willink

117 Mapas do Pantanal

117 **Mapa 1.** Imagem de satélite do Pantanal mostrando locais de amostragem do AquaRAP e áreas de conservação

118 **Mapa 2.** Estações georeferenciadas pela enpediçao do Programa de lenvantamento Aquático de 1998 ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

118 **Mapa 3.** Estações georeferenciadas das bacias do Rio Negro e de Aquiduana

119 Imagens da Expedição AquaRAP

239 Apêndices

241 **1. Protocolo de amostragem do AquaRAP**.
Barry Chernoff e Philip W. Willink

243 **2. Parâmetros limnológicos medidos durante a expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de agosto a setembro de 1998.**
Francisco Antonio R. Barbosa, Marcos Callisto Faria Pereira, Alice Michiyo Takeda, e Márcia Divina de Oliveira

245 **3. Relação de espécies de plantas encontradas em pontos de amostra nas cabeceiras dos rios Negro, Aquidauana, Taquari e Miranda, entre 25 de agosto e 8 de setembro de 1998.**
Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima, e Ubirazilda Maria Rezende

279 **4. Relação de plantas coletadas pela Equipe Brasileira de Botânica durante a expedição AquaRAP de 1998 (equipe Rio Negro).**
Vali J. Pott e Suzana de Salis

287 **5. Descrição de espécies de crustáceos coletadas no Pantanal.**
Célio Magalhães

291 **6. Peixes coletados e espécies novas a ciência por cada região amostrada pela expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de 25 de agosto a 9 de setembro de 1998.**
Naércio Menezes, Otávio Froehlich, Osvaldo Oyakawa, Philip W. Willink, Antonio Machado-Allison, e Barry Chernoff

297 **7. Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe de cabeceiras).**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira

298 **8. Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe do Rio Negro).**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira.

299 **9. Anfíbios registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural.**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira

301 **10. Répteis registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural.**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira

303 **11. Espécies de anuros registradas em cada região.**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira

305 **12. Espécies de répteis registrades em cada região.**
Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, e Vanda Lúcia Ferreira

PARTICIPANTES

Equipe do Rio Negro

Dra. Leeanne Alonso (invertebrados)
Rapid Assessment Program
Conservation International
2501 M Street, NW, Suite 200
Washington, D.C. 20037 USA
Fax: 202-887-0193
Email: l.alonso@conservation.org

Dr. Francisco Antonio R. Barbosa (limnologia)
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Geral
Laboratório de Limnologia
Caixa Postal 486
Belo Horizonte, MG, Brasil
CEP: 30.161-970
Fax: 55-31-499-2567
Email: barbosa@mono.icb.ufmg.br

Dr. Ramiro Barriga (ictiologia)
Departamento de Ciencias Biológicas
Escuela Politécnica Nacional
Apartado 17-01-2759
Quito, Ecuador
Fax: 593-2-566-7847
Email: rbarriga@mail.epn.edu.ec

Dr. Marcos Callisto Faria Pereira (limnologia)
Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Geral
Laboratório de Limnologia
Caixa Postal 486
Belo Horizonte, MG, Brasil
CEP: 30.161-970
Fax: 55-31-499-2567
Email: callisto@mono.icb.ufmg.br

Agostinho Catella (ictiologia)
EMBRAPA Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1800
Corumba, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: catella@cpap.embrapa.br

Dr. Barry Chernoff (ictiologia)
Department of Zoology
The Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7754
Email: chernoff@fmnh.org

Luis Henrique Sant'Agostino (coordenador)
Rua Júlio Dantas, 180
Bairro Jardim Guarujá
Campo Grande, MS, Brasil
Phone: 55-67-7242313

Dr. Robin Foster (botânica)
Botany Department
Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7932
Email: foster@fmnh.org

Otávio Froehlich (ictiologia)
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Departamento de Biologia
CCBS – Caixa Postal 549
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.070-900
Fax: 55-67-384-5832
Email: otaviofr@nin.ufms.br

Arlo Hemphill (webmaster)
Fundación Jatun Sacha
Pasaje Eugenio Santillan N34-248 y Maurian
Urbanización Rumipamba
Casilla Postal #17-12-867
Quito, Ecuador
Fax: 593-02-432-240
Email: antisana@yahoo.com

Dr. Antonio Machado-Allison (ictiologia)
Instituto de Zoologia Tropical
Laboratorio de Ictiología
Universidad Central de Venezuela
Apartado Correos 47058
Caracas 1041-A, Venezuela
Fax: 582-605-2204
Email: amachado@strix.ciens.ucv.ve

Dr. Célio Magalhães (invertebrados)
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática
Caixa Postal 478
Manaus, AM, Brasil
CEP: 69.011-970
Fax: 55-92-643-3095
Email: celiomag@inpa.gov.br

Dra. Debra Moskovits (coordenadora)
Environmental and Conservation Programs
Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7440
Email: dmoskovits@fmnh.org

Jed Murdoch (fotógrafo)
Rapid Assessment Program
Conservation International
2501 M Street, NW, Ste. 200
Washington, DC 20037 USA
Fax: 202-887-0193
Email (c/o): l.alonso@conservation.org

Márcia Divina de Oliveira (limnologia)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: mmarcia@embrapa.cpap.br

Vali Pott (botânica)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: vjpott@cnpgc.embrapa.br

Cynthia Peralta de Almeida Prado (herpetologia)
UNESP – Rio Claro
Instituto de Biociências
Departamento de Zoologia
Av. 24-A, 1515
Caixa Postal 199
Rio Claro, SP, Brasil
CEP: 13506-900
Fax: 55-(19)-534-0009
Email: cpap@rc.unesp.br

Suzana Maria de Salis (botânica)
EMBRAPA/CPAP
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.320-900
Fax: 55-67-231-1011
Email: smsalis@cpap.embrapa.br

Dra. Alice Michiyo Takeda (invertebrados)
Universidade Estadual de Maringá – Nupélia
Avenida Colombo, 5690
Maringá, PR, Brasil
Fax: 55-44-263-1616
Email: alice@nupelia.uem.br

Masao Uetanabaro (herpetologia)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Departamento de Biologia
Laboratório de Zoologia
Caixa Postal 549
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.070-900
Fax: 55-67-787-3311
Email: masao@nin.ufms.br

Philip Willink (ictiologia)
Department of Zoology
The Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605 USA
Fax: 312-665-7754
Email: pwillink@fmnh.org

Equipe de Cabeceiras

Geraldo Alves Damasceno, Júnior (botânica)
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Centro Universitário de Corumbá
Departamento de Ciências Ambientais
Avenida Rio Branco, 1270
Caixa Postal 252
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.304-020
Fax: 55-67-231-6424
Email: geraldo@pantanalnet.com.br

Vanda Lúcia Ferreira (herpetologia)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro Universitário de Corumbá
Departamento de Ciências Ambientais
Avenida Rio Branco 1270
Caixa Postal 252
Corumbá, MS, Brasil
CEP: 79.304-020
Fax: 55-67-231-6424
Email: vanda@pantanalnet.com.br

Flávio C. T. Lima (ictiologia)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazaré, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04.263-000
Fax: 55-11-819-6216
Email: fctlima@usp.br

Reinaldo Lourival (coordenador)
Conservation International - Pantanal
Rua Eduardo Santos Pereira, 1550 - sala 16
Campo Grande, MS, Brasil
CEP: 79.020-170
Fax: 55-67-751-5191
Email: r.lourival@conservation.org.br

Dr. Naércio Menezes (ictiologia)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazaré 481
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: naercio@usp.br

Jimi Naoki Nakajima (botânica)
Universidade Federal de Uberlândia
Depto. de Biociências
Caixa Postal 593
Uberlândia, MG, Brasil
CEP: 38.400-902
Fax: 55-21-34-218-2243
Email: nakajima@widesoft.com.br

Dr. Hernán Ortega (ictiologia)
Museo de Historia Natural
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Apartado 14,0434
Lima 14, Perú
Fax: 511-265-6819
Email: hortega@musm.edu.pe

Osvaldo Oyakawa (ictiologia)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazaré 481
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: oyakawa@usp.br

Dr. Mônica de Toledo Piza (ictiologia)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazaré, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04263-000
Fax: 55-011-274-3690
Email: mtpiza@usp.br

Ubirazilda Maria Rezende (botânica)
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Herbário
Caixa Postal 549
CEP: 79.070-900
Campo Grande, MS, Brasil
Fax: 55-67-787-3311
Email: rezende@nin.ufms.br

José Sabino (ictiologia)
Museu de Historia Natural
Instituto de Biologia
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP, Brasil
Email: sabino@cpap.embrapa.br

Christine Strüssmann (herpetologia)
PUCRS – Faculdade de Biociências
Pós-Graduação em Biociências - Zoologia
Av. Ipiranga 6681, Prédio 40, Sala 152
Porto Alegre, RS, Brasil
CEP: 90619-900,
Fax: 55-65-661-3504
Email: eunectes@terra.com.br

Angela Maria Zanata (ictiologia)
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Avenida Nazaré, 481, Ipiranga
São Paulo, SP, Brasil
CEP: 04.263-000
Fax: 55-11-819-6216
Email: zanata@usp.br

PERFIL DAS INSTITUIÇÕES

CONSERVATION INTERNATIONAL

A Conservation International (CI) é uma organização internacional sem fins lucrativos com sede em Washington, DC. A CI acredita que o legado natural da Terra deve ser mantido para que as futuras gerações prosperem espiritual, cultural e economicamente. Nossa missão é a de conservar o legado da vida sobre a Terra, nossa biodiversidade global, e demonstrar que as sociedades são capazes de viver em harmonia com a natureza.

Conservation International
2501 M St., NW, Suite 200
Washington, DC 20037 USA
202-429-5660
202-887-0193 (fax)
http://www.conservation.org
http://www.conservation.org/AquaRAP

FIELD MUSEUM

O Field Museum (FM) é uma instituição educacional preocupada com a diversidade e as relações na natureza e entre as culturas. Combinando os campos da antropologia, botânica, geologia, paleontologia e zoologia, o Field Museum usa uma abordagem interdisciplinar para aumentar o conhecimento sobre o passado, o presente e o futuro da terra física, suas plantas, animais, povos e culturas. Dessa forma, busca desvendar a extensão e o caráter da diversidade, semelhanças e interdependências biológicas e culturais, para que assim possamos melhor entender, respeitar e celebrar a natureza e as outras pessoas. Seus acervos, programas de aprendizado público, e pesquisas estão inseparavelmente ligados para servir um público diverso e de diferentes faixas etárias, formação e conhecimento.

Field Museum
1400 South Lake Shore Drive
Chicago, IL 60605
312-922-9410
312-665-7932 (fax)
http://www.fieldmuseum.org

MUSEU DE ZOOLOGIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

O Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) é uma instituição voltada à educação e a pesquisa e conta com a maior coleção zoológica da América do Sul (aproximadamente 7 milhões de espécimes). O Museu utiliza suas coleções, pesquisas científicas e exibições públicas para promover educação do nível escolar ao universitário. Cursos de graduação em sistemática e taxonomia são oferecidos pelos pesquisadores e professores do museu os quais também são conselheiros do curso de graduação em zoologia oferecido pela Universidade de São Paulo. Pesquisas recentes sobre a sistemática, evolução e biogeografia de moluscos, crustáceos, insetos, peixes, répteis e mamíferos estão sendo desenvolvidas.

Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo
Av. Nazaré, 481
Caixa Postal 42694
CEP 04299-970
São Paulo, SP Brasil
011-274-3690 (fax)

EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

(EMBRAPA) é uma organização pública ligada ao Ministério da Agricultura. A missão da EMBRAPA é oferecer soluções de desenvolvimento sustentável de agronegócios gerando, adaptando e transferindo conhecimento e tecnologia que beneficia a sociedade brasileira. A EMBRAPA coordena o Sistema Nacional de Pesquisas Agropecuárias com instituições parceiras desenvolvendo pesquisas em áreas geográficas ou em campos definidos do conhecimento científico. A EMBRAPA está presente em quase todos os estados da União, contando com 37 unidades de pesquisa, 3 de serviços e 15 unidades centrais, cada qual com condições ecológicas distintas. O Centro de Pesquisa Agrícola do Pantanal, EMBRAPA Pantanal, tem como objetivo: gerar, adaptar e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento sustentável do Pantanal.

EMBRAPA PANTANAL
Rua 21 de Setembro, 1880
Caixa Postal 109
CEP: 79320 – 900
Corumbá – MS
Fax: 55–67 -2311011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul é uma instituição educacional relativamente jovem voltada principalmente para o contexto físico, biológico e sociológico do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A universidade oferece uma série de cursos de graduação e pós-graduação em cinco áreas. O crescente esforço técnico está direcionado para o entendimento das condições existentes na área de influência, a qual é muito diversa com uma história geológica, biológica e sociológica complexa. Uma parte significativa desses esforços está agora voltada ao Pantanal e áreas do entorno com o objetivo de descobrir a grande biodiversidade desta região única e promover a conservação, com a intenção de integrar atividades socioeconômicas das pessoas com o meio-ambiente.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Ciudade Universitária s/n
Campo Grande - MS
Tel: (67) 787-3311

AGRADECIMENTOS

A logística da expedição foi coordenada pelo escritório do Pantanal da Conservation International Brasil – Reinaldo Lourival e Mônica Harris trabalharam incansavelmente para promover uma excelente logística para um programa de campo muitíssimo importante. Somos gratos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e ao Ministério da Ciência e Tecnologia pela emissão das autorizações para as coletas científicas (Portaria No. 288, 12 Ago. 1998) deste Projeto de Cooperação Internacional tendo como representante científico brasileiro o Dr. Naércio Menezes (MSUSP).

Gostaríamos de agradecer os senhores Célio de Freitas Batalha, Antônio Carlos Mota e a Hélio Perini da FORD – Brasil pelo empréstimo de duas caminhonetes Ranger 4 x 4 para a expedição. Somos extremamente gratos aos senhores Heitor Herrera, Joaquim Cavalcanti freire, Kiko Freire Filho e a Sra Rita Maria Jurgielewicz, por nos permitir acampar ou permanecer em suas fazendas durante os sobrevôos preliminares ou durante a expedição.

Lawrence Heaney, Bruce Patterson, Jeffrey Walker do Field Museum e Matthew Leibold e Michael Foote da Universidade de Chicago forneceram importantes informações, programas e referências científicas para este relatório. Anthony Rylands (Center for Applied Biodiversity Science/Universidade Federal de Minas Gerais), Célio Magalhães (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), Philip Willink (Chicago Field Museum), Gustavo Fonseca, Inês Castro, Brian Kelley, Jed Murdoch, Bryan Kelley, Jed Murdoch e Glenda Fábregas, Reinaldo Lourival e Mônica Harris da Conservation International são gratamente reconhecidos por sua ajuda em muitas fases da expedição e preparação do relatório. Anthony Rylands, Célio Magalhães, Philip Willink e Miguel Trefaut Rodrigues (Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências) que gentilmente aportaram seus conhecimentos, para identificação das espécies que aparecem nas fotos deste relatório. Arlo Hemphill anteriormente da CI, demonstrou ser no campo um intrépido colega, além de preparar excelentes relatórios e histórias diariamente para o website do AquaRAP, onde aparecem muitas das maravilhosas fotos de Jed Murdoch. Adicionalmente, gostaríamos de expressar nossa gratidão a Kluwer Academic Publishers por nos autorizar a imprimir mapas de *O Pantanal de Poconé,* a Vineet Katariya, Alan Mok e John Musinsky da Conservation International por trabalharem intensivamente nos mapas do Pantanal, suas unidades de conservação e no mosaico de imagens de satélite que serão ferramentas fundamentais para todos aqueles interessados no Pantanal.

A Smart Family Foundation generosamente forneceu os fundos que viabilizaram nossos relatórios diários de campo, transmitidos a nosso website via satélite. Também gostaríamos de agradecer a Jay Fahn, David e Janet Shores, e Joan e Selma Goldstein por suas contribuições ao programa AquaRAP. Não conseguiríamos expressar suficiente agradecimento à Fundação Rufford pelo apoio dado ao programa AquaRAP. E por último, expressamos nossa mais profunda gratidão a John McCarter, Russell Mittermier e Peter Seligman por seu apoio contínuo ao AquaRAP.

A equipe de botânica das cabeceiras gostaria de agradecer Iria Hiromi Ishii, Arnildo Pott, Maria Cândida Henrique Mamede, Paulo Takeo Sano, Tatiana Seduski, Eduardo G. Gonçalves, Inês Cordeiro, João Renato Stehmann, Rosana Romero, Rosângela Simão Bianchini, Jefferson Prado, Lúcia Rossi, Maria Lúcia Kawasaki, Ângela L. Sartori e Jorge Y. Tamashiro pela identificação das espécies e revisão do texto.

A equipe de ictiologia do AquaRAP gostaria de agradecer a Mary Anne Rogers e Kevin Swagel do Field Museum por toda sua ajuda para descarregar, carregar, e fornecer materiais e espaço para a classificação e identificação de todos os peixes da expedição do AquaRAP ao Pantanal. Célio Magalhães coletou muito dos peixes de menor porte, já que estava usando puçás para a coleta de decápodes. Também gostaríamos de agradecer a Alice Takeda, Reinaldo Lourival, Leeanne Alonso, Eduardo Junqueira, Tony Faiola, Luiz Barriga, Luis Henrique Sant'Agostino, Ico e Lincoln por ajudar-nos a coletar peixes.

A equipe de herpetologia do AquaRAP gostaria de agradecer ao Dr. Célio F. B. Haddad e a Paulo C. A. Garcia (UNESP, Rio Claro, SP, Brasil), por identificar algumas espécies de anfíbios, a Otávio Frohelich (UFMS, Campo Grande, MS, Brasil), pela leitura criteriosa do manuscrito e pela ajuda com o idioma inglês, e a William Milsom, pela ajuda com o inglês.

RELATÓRIO EM RELANCE

Uma Avaliação Biológica dos Ecossistemas Aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

1) Datas do Estudo:
Expedição AquaRAP: 24 de Agosto a 14 de Setembro, 1998.

2) Descrição do Local:
O Pantanal é a maior área úmida do mundo. Localizado em uma depressão de 140,000Km^2 predominantemente no Brasil, o Pantanal também abrange partes do Paraguai e da Bolívia. A área em volta é principalmente cerrado, floresta baixa de cerradão ou pastagens situadas no topo do planalto central. Rios descem do planalto em direção ao Pantanal onde formam um amálgama de deltas. A paisagem extremamente plana e as chuvas estacionais causam vastas enchentes. Isto resulta em uma paisagem de canais anastomóticos, cursos de rios abandonados, brejos, lagoas marginais e lagos.

3) Motivo para os Estudos do AquaRAP:
Apesar de sua extensão e complexidade, a área é ameaçada por muitos fatores. Vasto desmatamento e erosão na parte alta do entorno resultam em assoreamento e obstrução dos cursos d'água da planície pantaneira. Conversão de habitat e desmatamento na parte baixa tem diminuído a qualidade ambiental de muitas lagoas marginais e brejos. A Hidrovia Paraguai-Paraná e pequenos projetos de canalização e dragagem têm previsão de drenar grandes áreas da região. Falta de regulamentação para pesca e turismo, também podem ter impactos negativos no Pantanal.

4) Principais Resultados:
O Pantanal é um sistema hidrológico extremamente complexo que mantém uma abundância de plantas aquáticas, invertebrados, peixes, aves aquáticas e outras espécies, algumas apenas lá encontradas. Levantamentos mostraram que a região da cabeceira e a da planície pantaneira são biologicamente diferentes. As espécies que habitam a região da cabeceira têm uma distribuição relativamente pequena. A sobrevivência das comunidades da parte baixa está altamente ligada ao ciclo das enchentes e a manutenção de macrohabitats inundados (ex: baías, brejos, lagoas). Um resultado significativo foi que a presença de matas de galeria e de vegetação alagada aumenta o número de espécies e abundância de peixes e bentos. Perturbações no regime hidrológico como, por exemplo, excesso de assoreamento ou a hidrovia Paraguai-Paraná, devastariam o ecossistema aquático. As indústrias lucrativas do turismo e pesca também sofreriam.

Plantas (Região Cabeceiras):	431 morfoespécies
Plantas (Região Rio Negro):	239 morfoespécies
Macroinvertebrados bentônicos:	70 taxa
Camarões e Caranguejos:	10 espécies
Peixes:	193 espécies
Répteis e Anfíbios:	65 espécies

5) Novos Registros para o Pantanal:

Plantas (cabeceiras):	possivelmente 431 espécies
Macroinvertebrados bentônicos:	pelo menos 4 espécies
Camarões e Caranguejos:	possivelmente 2 espécies
Peixes:	possivelmente 3 espécies
Répteis e Anfíbios:	pelo menos 3 espécies

6) Novas Espécies:

Camarões e Caranguejos:	possivelmente 2 espécies
Peixes:	36 espécies
Répteis e Anfíbios:	pelo menos 2 espécies

7) Recomendações para Conservação:
Reduzir atividades que afetam a duração e a intensidade das enchentes como: dragagem, canalização, a hidrovia Paraguai-Paraná e outras. Áreas alagáveis devem ser protegidas como berçários para peixes e invertebrados. Impedir o desmatamento e implementar programas de reflorestamento ao longo das margens dos rios, particularmente na região das cabeceiras. Trabalhar para estabelecer um corredor de habitats críticos das cabeceiras à planície alagável do Rio Negro. O engajamento dos fazendeiros locais e das comunidades é essencial para a conservação do Pantanal.

SUMÁRIO EXECUTIVO E VISÃO GERAL

INTRODUÇÃO

O Pantanal é a maior área úmida do mundo (Mittermeir *et al.*, 1997), cobrindo uma área de 140,000 km^2 no Brasil, Bolívia e Paraguai (Mapas 1, 2). A planície pantaneira forma um vasto plano de gradiente muito baixo. Durante a estação chuvosa a extensiva enchente forma uma hidrovia conectando brejos, lagos, lagoas marginais, meandros e braços mortos. Devido à magnitude da enchente e do solo, habitats com características singulares são formados nas depressões – as baías. As baías e seus subseqüentes estágios de maturação – salinas, são habitas únicos, extremamente ricos em plantas. Esta imensa área úmida durante a época das cheias serve de berçário para peixes, crustáceos e para uma variedade de plantas aquáticas.

Apesar da alta energia associada com o ciclo das enchentes e da aparente robustez da região, o Pantanal é, na verdade, um ecossistema relativamente frágil. Os sistemas biológicos, geofísicos e químicos que compõe o Pantanal são altamente dependentes do funcionamento de certos habitats críticos do ciclo de enchentes. Um destes habitats críticos é o brejo. Os brejos agem como importantes filtros, removendo sedimentos e nutrientes, fornecendo água limpa para os habitats rio abaixo.

Um fator quase sempre omitido é a relação das áreas de cabeceiras do Pantanal com a parte de planície. O "funcionamento" do Pantanal requer que a água vinda das cabeceiras (planalto) seja limpa, com poucos nutrientes e sem carga de sedimentos. A região de cabeceiras do Pantanal não é apenas uma área de grande biodiversidade, com alto endemismo, mas é também mais frágil que a Planície Pantaneira. Desmatamento, conversão de habitats, construção de estradas nas áreas de planalto tem causado sérios impactos nas cabeceiras de muitos dos rios do Pantanal (ex. Rio Aquidauana). Destruição de matas de galeria não só causa assoreamento, obstruindo cursos d'água da parte alta do Pantanal como também aumenta o despejo de nutrientes e poluição. As áreas de mata de galeria na região das cabeceiras atuam como esponjas, absorvendo escoamento de grande quantidade de sedimentos e outros materiais. O solo de aluvião dos rios e riachos da região de cabeceiras reduzem a biodiversidade de peixes, crustáceos e bentos que necessitam de areia, cascalho e substratos rochosos.

No Pantanal, a flora e a fauna prosperam em um complexo sistema hidrológico composto por rios, corixos (pequenos cursos d'água perenes com margens permanentes os quais ligam baias adjacentes), vazantes (corpo d'água que existe apenas durante as cheias e não tem margens definidas), vários tipos de lagoas, brejos e outros (Mourão, 1989; Freire de Aragão, 2000). Durante a estação das chuvas, os rios transbordam e muitos destes cursos d'água coalescem formando uma vasta planície alagável, criando vários habitats para alimentação e crescimento dos peixes e garantindo uma enorme produção de biomassa (Willink *et al*, 2000). Com cerca de 1.700 espécies vegetais, o Pantanal abriga uma incrível variedade de plantas, as quais tem se dispersado por toda a América do Sul e, subseqüentemente, desenvolveram-se em populações maiores que as iniciais (Pott & Pott, 1997). Apesar das áreas de planalto terem sido vastamente desmatadas, elas ainda abrigam cerca de 3.400 espécies de plantas, metade das quais foram também registradas no Pantanal (Resumo Executivo, 1997). O Pantanal acolhe uma incrível diversidade de vida silvestre incluindo jacarés, capivaras, queixadas e catetos, cervos, antas, onças, tamanduás bandeira e aves como as emas, tachãs e araras azuis (Mittermeier *et al.*, 1997).

Ameaças existentes no Pantanal são quase tão variadas quanto a biodiversidade. O Pantanal filtra as águas que correm através do seu sistema. Mas como todo filtro, pode ficar obstruído pelo excesso de sedimentos e outros materiais que escoam das áreas desmatadas de planalto. Um intenso

assoreamento já é evidente nas partes altas dos rios Taquari e Negro visto que habitats estão sendo substituídos ou alterados para pecuária, agricultura (especialmente plantações de soja ao longo das partes baixas do Rio Taquari) e extração madeireira. Apesar de existir legislação para proteção da mata ciliar, estas leis não estão sendo cumpridas devido à falta de recursos do governo. Falta de regulamentação efetiva da pesca esportiva e comercial nos rios do Pantanal tem sido outra ameaça. Até mesmo alguns pássaros tem abandonado seus filhotes na parte baixa do Rio Negro, em parte devido à falta de regulamentação do turismo (Willink *et al.*, 2000).

Talvez as maiores e mais urgentes ameaças existentes sejam dragagem, construção de diques e barragens ao longo de vários pontos da planície do Pantanal, especialmente a hidrovia Paraguai – Paraná. A hidrovia é um projeto que visa tornar 3.400 km (2.100 milhas) do Rio Paraguai e do Rio Paraná navegável por barcaças e embarcações de grande porte através de dragagem, estreitamento de curvas, construção de novos canais e destruição de afloramento rochosos. A área afetada por este projeto abrange Cáceres no Rio Paraguai, rio abaixo até desembocar no Rio Paraná, no oceano atlântico. Muitas das alterações do rio seriam no Pantanal (Switkes, 1996 a,b,c). A intenção é facilitar o transporte de materiais, principalmente soja e minério de ferro, o ano todo. A Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil também estão envolvidos neste projeto (Moore, 1997; Heckman, 1998:497).

Conseqüências ambientais não intencionais do projeto incluem dragagem e drenagem de grandes partes do Pantanal, diminuição das enchentes na parte alta da Bacia do Rio Paraguai e aumento das cheias na planície (Switkes, 1996b,c,1997). Também existe a possibilidade de salinização, contaminação da água potável e aumento no risco de derramamento de óleo devido ao aumento do tráfego no rio. Uma outra preocupação existente é que os benefícios econômicos foram superestimados devido ao tráfego existente e competição com transporte ferroviário (Switkes, 1996c, 1997; Moore, 1997; Heckman, 1998:497-498). Futuras decisões quanto aos benefícios de alterações como dragagem, canalização e barragens devem ser pesadas contra o custo a curto e a longo prazo e devem ser baseadas em um claro entendimento da geologia e biologia da região (Hamblin, 1992).

A EXPEDIÇÃO AQUARAP

Para se desenvolver uma estratégia de conservação para o Pantanal, dados sobre a biologia, ecologia e características físicas e químicas da região se fazem necessários. Para obter estas informações, o Programa de Levantamento Rápido de Ecossistemas Aquáticos (AquaRAP) da Conservation International (CI) e do Field Museum (FM) organizaram uma expedição de 3 semanas para levantar dados biológicos das cabeceiras e da planície alagável da porção sul do Pantanal em Mato Grosso do Sul, no período de 24 de agosto a 14 de setembro de 1998. O planejamento para esta expedição foi baseado nos resultados preliminares do workshop de Áreas Prioritários para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal que aconteceu em março de 1998 com o apoio do Programa Nacional de Biodiversidade Biológica (PROBIO). As áreas estudadas foram decididas por pesquisadores de várias instituições durante dois encontros, um em Campo Grande e outro em Corumbá em 1998. Nestes encontros, as maiores lacunas de informações na parte alta da Bacia do Paraguai foram apontadas. Uma visita de reconhecimento à área também foi feita pela equipe do AquaRAP e representantes do CI - Pantanal, antes da expedição.

A expedição AquaRAP contou com mais de 30 cientistas do Brasil, Venezuela, Equador, Peru e Estados Unidos que abordaram cinco áreas diferentes: peixes, plantas aquáticas e terrestres, decápodes (crustáceo), herpetofauna e limnologia (qualidade da água, zooplâncton e invertebrados bentônicos). A expedição não teria sido possível sem a colaboração entre os programas do Brasil e do Pantanal da Conservation International e muitas instituições brasileiras incluindo o CNPq, Museu de Zoologia da USP, EMBRAPA, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul.

Os cientistas do AquaRAP se dividiram em duas equipes para inventariar a área em uma expedição de 3 semanas. A primeira equipe inventariou a área das cabeceiras dos rios Taquari, Jaurú, Coxim e as bacias do Aquidauana e do Miranda. Atividades como desmatamento, pecuária e agricultura tiveram um impacto maior nas cabeceiras do que na planície. A segunda equipe inventariou a bacia do Rio Negro por toda sua extensão (partes alta, média e baixa), em uma tentativa de aprender e caracterizar as comunidades bióticas das diversas partes do rio (mapas 2, 3 - Índice geográfico). O Rio Negro é um dos mais preservados do Pantanal, no entanto, suas cabeceiras vêm sofrendo as mesmas deteriorações observadas na parte alta da bacia do alto Paraguai.

O Programa de Levantamento Rápido de Ecossistemas Aquáticos da América do Sul é multinacional, multidisciplinar e devotado a identificar prioridades de conservação e oportunidades de desenvolvimento sustentável em ecossistemas de água doce da América Latina. A missão do AquaRAP é levantar os valores biológicos e de conservação de ecossistemas tropicais de água doce através de inventários rápidos e relatar as informações prontamente às autoridades locais, conservacionistas, cientistas e agências financiadoras internacionais. O AquaRAP é um programa de colaboração administrado pela Conservation International (CI) e o Field Museum. As expedições do AquaRAP têm o objetivo de inventariar sítios que sejam representativos da

Bacia como um todo, com a finalidade de estudar a inter-relação entre tipos de habitat e abranger todos os potenciais microhabitats utilizados por microorganismos. Os cientistas do AquaRAP coletam dados de várias disciplinas em cada sítio, promovendo oportunidade para a análise de dados integrados e comparações entre grupos. O Apêndice 1 apresenta uma visão geral da metodologia de coleta do AquaRAP.

No núcleo do AquaRAP se encontra um Comitê Internacional direcionador composto de cientistas e conservacionistas de sete países (Bolívia, Brasil, Equador, Paraguai, Peru, Venezuela e Estados Unidos). O Comitê direcionador supervisiona os protocolos para levantamento rápido e a designação dos sítios a serem inventariados. As expedições do AquaRAP, que contam com a colaboração dos cientistas locais, também promovem intercâmbio de informações e oportunidade de treinamento entre países. As informações coletadas durante a expedição AquaRAP são disseminadas através da série do *Boletim de Levantamento Biológico* da Conservation International, destinada para autoridades, políticos, líderes e conservacionistas, os quais podem implementar medidas de conservação e financiar ações na região.

SUMÁRIO DOS RESULTADOS DO AQUARAP

Os resultados da expedição AquaRAP excederam as expectativas dos pesquisadores. Muito do material coletado ou foi um novo registro para a região ou uma nova espécie para a ciência. Foi observado que todos os cursos d' água de Mato Grosso do Sul, vem sofrendo algum grau de assoreamento. Se nada for feito para mudar o presente quadro, os rios que drenam a planície através da Serra de Maracajú ficarão tão assoreados quanto o Rio Taquari e seus tributários. Os dados coletados para o Pantanal, principalmente nas regiões de Bonito e da Bodoquena contribuirão imensamente para a caracterização das comunidades bióticas das águas calcárias ainda não exploradas da região e também para a identificação das espécies ainda não descritas. No entanto, um levantamento rápido não substitui um estudo científico a longo prazo. Nós enfaticamente recomendamos que tais estudos sejam implementados por instituições locais.

A seguir sintetizaremos os resultados da expedição do AquaRAP no Pantanal brasileiro referentes à qualidade de água, botânica, invertebrados bentônicos, crustáceos, peixes, anfíbios e répteis. Também serão apresentadas recomendações de medidas de conservação e sugestões para estudos futuros na região.

SUMÁRIO DOS CAPÍTULOS

Qualidade de Água

Na parte alta da região do Rio Negro, as amostras de água coletadas apresentaram-se: cristalinas, ligeiramente ácidas (pH 5.26 – 6.54), bem oxigenadas (64 – 95% de saturação), com condutividade variando entre 27.3 – 86.6 µS/cm (Apêndice 2), um valor alto comparado à média do rio Paraguai (~50 µS/cm) (dados não publicados). Apesar do assoreamento ser evidente – uma conseqüência do desmatamento de matas de galeria e florestas – nenhum sinal de contaminação foi registrado. A diversidade de microhabitats variou de baixa nas partes do rio com substratos arenosos (Estação Georeferenciada N02, N03) a alta nas partes com corredeiras, lagoas, substrato rochoso coberto com musgos e substratos de areia fina e ultrafina (N04). Nas cachoeiras (N05) encontramos principalmente substratos rochosos cobertos por musgos e aluvião.

Nas corredeiras da parte média da região do Rio Negro a água varia de ácida a ligeiramente ácida (pH 5.48 – 6.42), bem oxigenada (66-102% saturação) e condutividade média (28-57 µS/cm). No entanto, os ambientes lênticos são bem diferentes, apresentando pH alto (8.9-9.10) e condutividade extremamente alta, especialmente nas salinas (220-7.130 mS/cm). Os níveis de oxigênio e a temperatura são semelhantes aos dos trechos dos rios com correnteza (Apêndice 2). As estações georeferenciadas N07, N09, N15, N16, N18 eram quase homogêneas com substratos arenosos e pouca correnteza. A estação N08 tem uma grande diversidade de habitats e microhabitats (ex: substratos arenosos e rochosos, corredeiras e lagoas) e alta diversidade de macrófitas aquáticas (ex: *Eliocharis mínima, Ludwigia inclinata, Cabomba furcata, Bacopa microphiloides*). Na estação N19, a baia é especialmente importante como berçário para peixes e crustáceos e exibiu uma diversidade de habitats mais alta (ex: macrófitas aquáticas) do que a estação N20, a salina. No entanto, a salina é um ecossistema único com características peculiares e baixa biodiversidade.

As águas da parte baixa da região do Rio Negro são geralmente escuras, ácidas (pH 5.06-5.95), com níveis de oxigênio que variam entre sub-saturado e quase totalmente saturados (48.6-97.9% de saturação), e condutividade entre média e alta (27.0 – 164.9 µS/cm) (Apêndice 2). Em geral, as estações de coleta tinham substratos arenosos, corredeiras e lagoas e uma diversidade intermediária de macrófitas aquáticas. A estação georeferenciada C27 possui uma quantidade alta de macrófitas aquáticas submersas.

Na região do Taboco, as amostras de água variam de turva a cristalina, ligeiramente ácida (pH 5.48-6.59), bem oxigenada (66.3-80% de saturação) e com condutividade média (23.4-33.2 µS/cm) (Apêndice 2). Assoreamento é

evidente em todas as estações e alguma contaminação causada pela pecuária local é de ser esperada na Vereda I (N12). A estação georeferenciada N10 é caracterizada por um canal principal com substrato arenoso e turbidez alta, no entanto um dos braços contém macrófitas aquáticas em abundância (ex: *Eichhornia azurea*) e uma alta concentração de fitoplâncton. A estação N11 está localizada na planície alagável e continha uma quantidade alta de matéria orgânica particulada, grosseira e fluxo rápido de água no canal principal. Amostras de bentos foram coletadas de uma lagoa coberta em grande parte por *Eichhornia azurea*. N12 é uma área única de uma sub-bacía, pois contém uma vereda. As águas são cristalinas com uma alta diversidade de habitats e microhabitats (ex: musgos cobrindo substratos rochosos, arenosos e corredeiras e lagoas intercaladas). N13 é uma vereda bem conservada com corredeiras e lagoas, com alta diversidade de macrófitas aquáticas e provavelmente sem contaminação do gado da área.

Vegetação

Região de cabeceira

Nas 26 estações amostradas durante a expedição AquaRAP, 431 espécies ou morfoespécies de plantas vasculares foram registradas, todas as quais foram registradas pela primeira vez nas regiões amostradas. Das 111 famílias encontradas, 49 são representadas por uma única espécie. Um total de 309 *taxa* foi identificado ao nível de espécie, 102 até gênero e 20 até família. Estes dados destacam a grande diversidade da flora da região. No entanto, muitos dos sítios amostrados estavam em condições precárias e, portanto requerem um estudo florístico detalhado e um programa de recuperação.

As cabeceiras dos rios Negro e Taquari e a mata ciliar alagável do Rio Paraguai e do Rio Miranda no Pantanal apresentam elementos florísticos semelhantes. As matas ciliares das cabeceiras do Rio Aquidauana e do Rio Taquari estão severamente degradadas ou ausentes. Todavia, tipos diferentes de vegetação podem ser encontrados indiretamente associados com os dois rios e com as veredas (ecossistemas caracterizados por riachos de águas cristalinas com vegetação aquática abundante, tipicamente buritis (*Mauritia*), substratos arenosos e áreas alagáveis adjacentes), contendo grande diversidade florística. A cabeceira do Rio Miranda tem uma vegetação diversa, tornando-a distinta de outras cabeceiras. A vegetação incorpora elementos florísticos de diversos habitats, incluindo florestas semideciduais do Paraguai e Argentina, florestas decíduas típica da região de calcário de Mato Grossos do Sul, os capões da região do Abobral (lhas semicirculares menos sujeitas a inundações, com vegetação típica de floresta semidecídua ou cerradão) e as cordilheiras (paleo-diques marginais aos cursos d'água, formando as chamadas "matas de cordilheira", com altura por vezes superior a 20m e composta de elementos florísticos do Cerrado) da região da Nhecolândia. Atividades extrativistas, recreativas e a agricultura são responsáveis por muito do desmatamento ocorrendo na região de cabeceiras. Nenhuma ação foi tomada para diminuir o impacto sobre a vegetação. Ao longo de trechos da parte alta do Rio Negro, Rio Aquidauana e Rio Taquari, a atividade principal é a pecuária intensiva, onde quase toda a terra produtiva foi transformada em pastagens. A vegetação da parte alta do Rio Miranda está em melhor estado de conservação do que as outras, mas também pode vir a ser ameaçada pela exploração mineral, atividades agrícolas e ecoturismo desordenado.

Região do Rio Negro

Trinta sítios ao longo do Rio Negro e Rio Taboco foram amostrados. A parte alta da região do Rio Negro tem um trecho de mata ciliar tipicamente de 20m crescendo ao longo do rio, embora plantas mais associadas a florestas úmidas estejam presentes em volta de quedas d'água permanentes. A distribuição e o status de conservação dessas plantas – incluindo Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae) e numerosas samambaias e musgos – devem ser estudados.

Enquanto rios ativos abrigam muito pouca vegetação aquática, as espécies de plantas nas lagoas marginais e meandros abandonados proliferam formando imensos tapetes dominados por dúzias de espécies emergentes diferentes, e de flutuantes (na parte funda). Os corpos d'água lênticos da planície alagável da parte média do Rio Negro (excluindo as baías e vazantes) têm alta densidade de plantas aquáticas de grande importância para reprodução de peixes e macrocrustáceos. Com respeito a plantas lenhosas, o Cambará - provavelmente a espécie de madeira de lei mais importante do Pantanal, que também tem propriedades medicinais – pode ser encontrado em abundância colonizando os terraços alagáveis do cerrado. No entanto, a sua regeneração na planície é desigual. A maioria dos grandes indivíduos de Cambará na planície (baseado no exame feito em centenas de árvores) parecem ter morrido recentemente ou estão doentes, com muitos galhos mortos. Isto foi causado provavelmente por um fator natural que pode ter sido apressado por uma grande quantidade de guano deixado pelas aves que usam os galhos mortos como poleiros.

As formações de cordilheiras, baias e salinas parecem ser singulares a região da Nhecolândia no sul do Pantanal, entre o Rio Negro e o Rio Taquari ao norte. Nenhuma outra área no Pantanal – ou no mundo – tem estes sistemas topográficos e ecológicos. As baías abrigam grandes concentrações de plantas aquáticas e apresentam notáveis diferenças de vegetação aquática entre uma e outra. Fatores químicos e físicos claramente têm influencia no sistema, como evidenciado pela presença dominante de *Paspalum vaginatum*, uma planta de praias oceânicas, nas margens

arenosas das salinas. Plantas aquáticas são raras nos sítios amostrados na parte alta, com exceção de algumas espécies anfíbias nas pequenas praias, apesar destas serem comuns nos sítios da parte baixa, em braços mortos estreitos dos rios, os quais estão cobertos por tapetes flutuantes (mas nenhuma emergente). Em contraste, ambos sítios amostrados no Rio Negrinho – campo alagável e um brejo – têm tapetes extensivos de plantas aquáticas emergentes e flutuantes.

Macroinvertebrados Bentônicos

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram amostradas em 15 localidades. Os zoobentos que se alimentam de algas e microorganismos servem como presas, especialmente para decápodes, moluscos, oligoquetas, larva de insetos, peixes e outros vertebrados. Durante os inventários de fauna nas partes média e baixa do Rio Negro foram coletados 70 *taxa*. A maioria desses *taxa* ainda aguarda identificação por especialistas em museus e universidades. A maior densidade de zoobentos foi observada na estação N17, especialmente de Ostracoda (27.440 indivíduos m^{-2}) e Nematóides (18.570 indivíduos m^{-2}). As densidades mais baixas foram registradas nas salinas (lagoas de água salgada ou salobra, não sujeita a inundações) da estação N20 (1.923 indivíduos m^{-2}). O baixo número é provavelmente devido à condutividade extremamente alta (7.130 µS cm^{-1}).

Muitas espécies, incluindo *Prístina synclites, Dero (A.) vagus* e *Nais variabilis* foram observadas no Brasil pela primeira vez. De interesse especial é que os Prostigmata (ácaros aquáticos) ocorrem em uma variedade de ecossistemas (nenhuma espécie foi registrada nas salinas). As ninfas de Ephemeroptera ocorrem em ambientes lóticos e lênticos, mas sua distribuição depende da estação; *Caenis*, por exemplo, ocorrem em muitas estações em densidades relativamente altas. Composta de grupos taxonômicos diferentes em substratos diversificados, a comunidade bentônica é uma das menos conhecidas e estudadas de todas as comunidades aquáticas, a da região do Rio Negro não é exceção. Mais estudos são necessários.

Crustáceos

Um inventário preliminar da fauna de crustáceos (Decápodes) foi feito em 59 estações de 4 dos rios que drenam o Pantanal de Mato Grosso do Sul. Trinta e quatro estações foram amostradas ao longo do Rio Negro, porém apenas a parte alta do Rio Taquari (8 estações), Rio Aquidauana (3 estações) e Rio Miranda (14 estações) foram estudadas. Os habitats inventariados consistem de rios, corixos, cachoeiras, corredeiras, baias (lagoas sazonais ou lagos geralmente isolados do sistema de rios exceto em período de enchente), salinas, remansos (meandros abandonados formados por braços laterais de um rio, que pode ser ligado ao rio principal por uma passagem ou canal) e brejo; os microhabitats estudados incluem: praias, barrancos, serrapilheira de folhas submersas, vegetação aquática, vegetação marginal, substrato rochoso e paulama. O inventário foi de caráter estritamente qualitativo e realizado utilizando rede de arrasto, rede de mão, armadilhas e manualmente.

Ao todo, um total de 10 espécies foi encontrado, 6 das quais foram de camarão da família Palaeomonidae e 4 de caranguejos da família Trichodactylidae. O camarão *Macrobrachium amazonicum* foi a espécie mais recorrente e abundante coletada. A primeira ocorrência do gênero *Pseudopalaemon* no Pantanal foi registrada durante este inventário. As espécies *Macrobrachium jelskii* e *Palaemonetes ivonicus* foram registradas no Pantanal de Mato Grosso do Sul pela primeira vez durante esta expedição. Os habitats e microhabitats amostrados estavam em bom estado de conservação, mesmo que algumas áreas exibissem algum impacto ambiental, como desmatamento, assoreamento e queimadas.

Peixes

Espécimes de peixes foram amostradas em 77 localidades no Rio Negro, parte alta do Rio Taquari, parte alta do Rio Aquidauana e parte alta do Rio Miranda. Um total de 193 espécies de peixes foi coletado. Destas espécies de peixe, 90 (47%) eram characiformes, 72 (37%) eram Siluriformes, 15 (8%) eram Perciformes e 11 (6%) eram Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 espécies, 1%), Beloniformes (1 espécie, 0.5%), Synbranchiformes (1 espécie, 0.5%) e Pleuronectiformes (1 espécie, 0.5%) também estavam representados. As famílias com o maior número de espécies foram Characidae (67 espécies, 35%), seguido por Loricariidae (29 espécies, 15%) e Cichlidae (15 espécies, 8%). Do total de 193 espécies coletadas, 36 (19%) são possivelmente novas para a ciência. Acredita-se que os espécimes coletados são uma razoável representação da ictiofauna da área, no entanto, é provável que espécies adicionais possam ser encontradas nas cabeceiras e que peixes de grande porte tenham sido subamostrados.

O grau de endemismo foi mais alto nas cabeceiras do que na planície alagável, provavelmente devido à relativa dificuldade de dispersão de uma cabeceira para outra. As partes dos riachos localizadas acima das quedas d'água são menos produtivas e diversificadas do que estão abaixo. Por outro lado, dois tipos de situação foram notados nas cabeceiras. 1) Riachos relativamente inalterados com um grande número de nichos ecológicos e biodiversidade alta. Alta biodiversidade e abundância foram encontradas na região calcárea de águas cristalinas da bacia do Rio Miranda em Bonito e áreas adjacentes. 2) Riachos altamente poluídos, assoreados e/ou desmatados. Estes riachos têm poucos microhabitats e são habitados, na sua maioria, por espécies oportunistas.

A biodiversidade da bacia do Rio Negro aumenta da cabeceira em direção a foz (de 66 na parte alta do Negro a 113 na parte baixa, 26 na parte alta do Taboco a 77 na parte média). Este aumento da biodiversidade está correlacionado com o aumento na largura do rio e complexidade de habitat. A complexidade de habitat por sua vez está correlacionada com o grau de inundação durante as estações. Alguns *taxa* foram coletados em toda a extensão do rio, outros por sua vez foram coletados em apenas algumas áreas restritas. Muitos peixes juvenis foram coletados nos braços mortos (braço do rio onde o canal termina), brejos e baias, o que enfatiza a importância desses habitats como berçários. Acredita-se que o input de nutrientes da vegetação ripária e como conseqüência das inundações periódicas seja crítico para a cadeia alimentar aquática que suporta os peixes pantaneiros. Grande parte do crescimento anual de um indivíduo ocorre no período das cheias. Inundações periódicas também servem como um estímulo para a reprodução de muitos peixes e ajudam a manter a complexidade dos habitats da região rejuvenescendo brejos, braços mortos e baías. Estas áreas, agora ricas em nutrientes, funcionam como berçários para os peixes. O desmatamento é uma ameaça severa, porque remove a vegetação ribeirinha, diminuindo input alóctone (originário de fora de um sistema designado), e aumentando a sedimentação. A perturbação das inundações periódicas (ex: devido a dragagem ou a hidrovia Paraguai-Paraná) seria catastrófica para os peixes do Pantanal.

Estrutura biogeográfica das comunidades de peixes

As 193 espécies de peixes de água doce coletadas durante a expedição AquaRAP no Pantanal de Mato Grosso do Sul foram analisadas para determinar a existência de algum padrão de distribuição dentro da região estudada. Dentro do Pantanal as coletas foram agrupadas em 9 sub-regiões, 7 microhabitats e 3 classes de água. As seguintes hipóteses nulas foram testadas e rejeitadas: i) peixes estão distribuídos ao acaso com respeito à região; e ii) que peixes estão distribuídos ao acaso com respeito ao macrohabitat. Os resultados relativos a tipos de água foram ambíguos. Os resultados demonstram que um forte efeito regional na cabeceira versus planície é tal que existe uma alta semelhança entre regiões dentro das cabeceiras ou planícies, porém existe uma rotatividade relativamente alta da fauna entre elas. A análise de distribuições com respeito ao macrohabitats revela que os macrohabitats das cabeceiras e veredas compartilham muitas espécies em comum e são distintas dos habitats remanescentes encontrados na planície. Dentre os macrohabitats da planície existem muitas semelhanças entre todos os macrohabitats que dependem de inundações periódicas (ex: brejos, lagoas, baías). Peixes no planalto aparentam ter distribuições relativamente estreitas, a maioria foi encontrada em apenas uma ou duas regiões. Peixes da planície, por outro lado, estão amplamente distribuídos entre regiões e macrohabitats. Todavia, foi determinado que quatro macrohabitats são necessários para proteger 89% da ictiofauna de água doce: brejos, lagoas, cabeceiras dos rios, tributários e rios da planície. Os resultados em conjunto com destruição ambiental nos rios Taquari, Aquidauana e Miranda, argumentam que o Rio Negro seja estabelecido como um corredor de conservação para o Pantanal de Mato Grosso do Sul e para proteger habitats nas cabeceiras dentro de cada drenagem.

Répteis e Anfíbios

A herpetofauna de partes da porção sul da planície pantaneira e partes do entorno em volta da área úmida foi estudada entre 25 de agosto e 14 de setembro de 1998. A maioria das informações foi obtida através da coleta de espécimes ao acaso nas proximidades de corpos d'água, registros visuais, vocalizações e através do exame de materiais coletados por outros na região. A coleta foi realizada nas regiões das cabeceiras de três grandes rios: Aquidauana, Taquari, e Miranda. Na bacia do Rio Negro, este estudo foi feito em quatro regiões de amostragens: Parte alta do Rio Negro, parte média do Rio Negro, parte baixa do Rio Negro e Rio Taboco. Um total de 41 espécies de anuros (sapos e rãs) e 24 espécies de répteis (uma tartaruga, sete lagartos, quinze serpentes e um jacaré) foi registrado. A maioria destas espécies é considerada característica de lugares abertos. Comparado com o planalto do entorno, a planície alagável do Pantanal apresenta menos heterogeneidade de habitats, mas em compensação, um número maior de corpos d'água. Isto resulta em uma menor riqueza de espécies, mas maior produtividade (especialmente para anuros). As informações obtidas sobre a herpetofauna na região das cabeceiras indicam a necessidade de inventários adicionais, considerando o número de habitats disponíveis e fortes influências sazonais no ambiente de cerrado.

Padrões da Biodiversidade

A distribuição de plantas, crustáceos decápodes, zoobentos, peixes, anfíbios e répteis dentro do Pantanal foi estudada para conferir sua correlação com respeito a regiões e macrohabitats. Diferenças na diversidade das espécies entre o planalto e a planície foram consistentes entre os grupos de dados. Enquanto as plantas e a herpetofauna tem maior diversidade de espécies no planalto, os peixes têm maior diversidade na planície. O planalto ou região de cabeceiras tem espécies de plantas, anfíbios, répteis e peixes com distribuição relativamente restrita. Áreas de planalto funcionam como ilhas, as diversas áreas não são réplicas umas das outras. Os dados da herpetofauna e de peixes demonstram grandes padrões congruentes nos relacionamentos entre regiões, baseados em uma forte

rotatividade da fauna entre as áreas de cabeceiras e planícies. Ainda, a fauna do Rio Taboco é ligeiramente diferente da do Rio Negro.

Macrohabitats que são inundados sazonalmente (ex: lagoas, lagos, brejos, baias e salinas) abrigam grupos mais diversos de plantas, zoobentos, crustáceos decápodes e peixes do que habitats com correnteza rápida. Esses macrohabitats inundados são os macrohabitats mais diversos das planícies. As espécies de zoobentos e peixes são mais diversas e abundantes quando vegetação alagável ou mata ribeirinha estão presentes.

Os resultados dessas comparações argumentam que é vital selecionar áreas prioritárias para conservação dentro de cada região das cabeceiras. Áreas prioritárias devem ser estabelecidas tantos nas áreas de planalto como na planície do Pantanal. Também é crítico incluir em áreas de conservação acres suficientes para manter cada macrohabitat. O Rio Negro ainda possui grandes trechos de florestas de galeria intactas e muitas áreas de vegetação alagável, portanto a estratégia mais eficiente seria estabelecer um corredor de conservação dentro da bacia do Rio Negro.

ATIVIDADES DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO RECOMENDADAS

Regional:

- Reduzir atividades que afetam a duração e a intensidade das enchentes incluindo, mas não somente, dragagem, canalização e a Hidrovia Paraguai-Paraná. Estas atividades têm efeitos adversos na reprodução de peixes e crescimento de juvenis, a perturbação desses também afetaria os ciclos de vida dos répteis e das aves, o que prejudicaria a industria da pesca comercial e recreativa.

- Preservar áreas na região das cabeceiras que ainda estão intactas. Impedir o desmatamento e implementar programas de reflorestamento ao longo das margens dos rios. A autorização para desmatamento vigente, se não for suspensa, deve ser cedida baseada na área dos remanescentes florestais de uma região em particular, ao invés de conceder autorizações de acordo com o tamanho das propriedades.

- Um programa desenvolvido com o objetivo de monitorar o assoreamento ocorrendo na região seria um importante passo para analisar a eficiência do processo de recuperação das florestas.

- O envolvimento dos fazendeiros locais e das comunidades é essencial para a conservação do Pantanal. Todos os planos futuros devem ser desenvolvidos com a participação das comunidades locais, o governo e representantes de grupos locais.

Ecoturismo:

- Na interface de atividades ambientais antrópicas, o turismo surgiu como um possível aliado à conservação. Os dados gerados pelo AquaRAP para a região de Bonito e para a Serra da Bodoquena devem ser usados para criar uma área protegida (Parque Estadual da Serra da Bodoquena).

- Parte alta do Rio Negro: Utilizar quedas d'água cênicas e corredeiras das regiões das cabeceiras para turismo de uma maneira regulamentada e organizada. Este programa deve alcançar operadoras de turismo locais e comunidades. Um programa deve ser desenvolvido pra guiar e controlar o turismo ecológico na região. Monitoramento de matas de galeria de acordo com a legislação local deve ser intensificado e um encorajamento deve ser dado a campanhas que promovam programas de educação ambiental que elevem o conhecimento das pessoas sobre a importância da região das cabeceiras.

- Parte média/baixa do Rio Negro: Atividades atuais de ecoturismo precisam ser regulamentadas para evitar degradação do meio ambiente. Outras preocupações são: educação sobre depósito do lixo, controle de poluição e práticas sustentáveis de pesca (especialmente as previstas na legislação, que não são seguidas, método pesque e solte). Devido à popularidade da pesca recreativa, gerou-se uma demanda por iscas vivas, como o caranguejo Dilocarcinus pagei usado para pescar alguns piexes (e.g. *Gymnotus* sp.), criando assim uma atividade econômica em pequena escala. A captura destes espécimes não representa um risco a reserva natural das espécies no meio ambiente e a reprodução em pequena escala das mesmas pode ser desenvolvida para gerar renda adicional a população local. Além do mais, animais como o jacaré, capivara e porco monteiro podem ser criados como fonte de alimentos alternativos. Cooperativas poderiam ser criadas para incentivar a pesca de espécies alternativas de peixes na parte média e baixa do Rio Negro.

Criação de Áreas Protegidas:

- Atenção especial deve ser dada aos Buritizais (um dos tipos de habitats algáveis dominado pela palmeira *Mauritia*) para preservar a composição de sua fauna única e sua importância como fonte de água limpa.

- As áreas alagáveis do brejo da Santa Sofia (parte média do Rio Negro) oferecem condições altamente favoráveis a produtividade e diversidade da fauna aquática, devido

a grande quantidade de vegetação aquática e remansos (meandros abandonados). Proprietários de terras locais devem ser alvos num programa de alcance e uma unidade de conservação deve ser estabelecida.

- Unidades de conservação públicas e/ou privadas devem ser representativas dos muitos subsistemas ecológicos existentes para garantir a diversidade genética e conseqüentemente a viabilidade da população. O exemplo mais pragmático até a atualidade foi o decreto que criou o Parque Estadual das Nascentes do Taquari – PENTA, que devido a sua proximidade ao Parque Nacional das Emas aumentará a importância do último como um grande mecanismo de conservação do Cerrado e do Planalto Central. Os dados resultantes do AquaRAP serão as primeiras informações técnicas sobre recursos aquáticos nas proximidades do PENTA.

Estudos Científicos:

- A geomorfologia e a hidrologia peculiar da região do Rio Bodoquena/parte alta do Rio Miranda contém um grande número de cavernas e rios de composições químicas distintas do resto da região. Portanto mais estudos são necessários para estas regiões.

- Estudos dos ciclos de vida de espécies migratórias (ex: *Brycon microlepis, Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus*) são altamente recomendados, para sistemas de drenagem inteiros (muitas vezes internacionais), assim como a possibilidade de exploração comercial e industrial.

- Muito pouco se sabe sobre a herpetofauna das cabeceiras e da região do entorno. É importante que coletas adicionais sejam feitas durante a estação das chuvas.

- O status de conservação e distribuição das espécies que crescem próximas a quedas d'água, típicas de florestas úmidas, como: Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae) e numerosas samambaias e musgos devem ser estudados.

LITERATURA CITADA

Freire de Aragão, M., ed. 4 Feb. 2000. Pantanal - the water continent. http://www.alanet.com.br/ms/pantanal/welcome.html

Hamblin, W.K. 1992. Earth's dynamic systems: a textbook in physical geology. 6th edition. Macmillan Publishing Company, New York.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

Mittermeier, R.A., G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands, and C.G. Mittermeier. 1997. Brasil. *In* Megadiversity. CEMEX. 501 pp.

Moore, D. 1997. Hidrovia studies called profoundly flawed. World Rivers Review 12:3 pp.

Mourão, G.M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina") do Pantanal da Nhecolândia, MS. Masters thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 135 pp.

Pott, A. and V.J. Pott. 1997. Plants of the Pantanal. EMBRAPA, Brasília. 320 pp.

PCBAP. 1997. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Ministério Do Meio Ambiente, Dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília. 49 pp.

Switkes, G. 1996a. Belated public access to Hidrovia studies allowed. World Rivers Review 10:1 pp.

Switkes, G. 1996b. Design chosen for first phase of Hidrovia. World Rivers Review 11:1 pp.

Switkes, G. 1996c. Hidrovia plans propose heavy engineering for world's largest wetlands. World Rivers Review 11:2 pp.

Switkes, G. 1997. Hydrologists condemn Hidrovia environmental studies. World Rivers Review 12:1 pp.

Willink, P.W., O. Froehlich, A. Machado-Allison, N. Menezes, O. Oyakawa, A. Catella, B. Chernoff, F.C.T. Lima, M. Toledo-Piza, H. Ortega, A.M. Zanata, and R. Barriga. 2000. Fishes of the rios Negro, Negrinho, Taboco, Aquidauana, Taquari and Miranda, Pantanal, Brasil: diversity, distribution, critical habitats, and value. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 63 - 81. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault and R. Lourival (eds.). RAP Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington D.C.

[1] Field Museum: Museu de Chicago

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO AO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Reinaldo Lourival, Mônica Harris e Jensen R. Montambault

O Pantanal é a maior área úmida situada na Bacia do Rio Paraguai no coração da América do Sul, entre os paralelos 15 e 22 sul e os meridianos 55 e 58 oeste. Com 365.000 km², o Pantanal tem uma área maior que a Grã-Bretanha. Aproximadamente 80% de sua extensão encontra-se no território brasileiro, o restante está distribuído entre a Bolívia e o Paraguai. Com uma área 10 vezes maior do que o delta do Okavango na Botswana, o Pantanal é composto por um cinturão de planalto no entorno de uma planície de 140.000 km². O ecossistema pantaneiro pode ser dividido em até 10 sub-regiões diferentes, cada uma com uma fisionomia resultando de uma interação única dos fatores edáficos, hidrológicos e biogeográficos.

O Pantanal abriga pelo menos 3.500 espécies de plantas, 264 de peixes, 652 de aves, 102 de mamíferos, 177 de répteis e 40 de anfíbios, porém os níveis de endemismo lá encontrados, não são tão pronunciados como os do cerrado. A fauna do Pantanal é em grande parte derivada do Cerrado, com influências amazônicas. Mesmo assim, existem indicações que muitas das espécies de água doce do Pantanal permanecem desconhecidas.

Um dos aspectos mais interessantes do Pantanal é a alta densidade de diversas das espécies dos grandes vertebrados, essa quantidade não é encontrada em nenhum outro lugar do continente. Por exemplo, inventários feitos pelo Instituto Conservation International do Brasil (CI) revelaram densidades médias de até 4.3 jacarés, 1.8 capivaras e 0.3 cervos por km². Isto proporciona um enorme potencial para ecoturismo e para manejo de vida silvestre. Além do mais, populações demograficamente saudáveis de muitas espécies ameaçadas como: ariranha (*Pteronura brasiliensis*), onça (*Panthera onca palustris*) e arara azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) ainda prosperam no Pantanal. Finalmente, a região tem grande importância como local de desova para muitas espécies comerciais de peixes de água doce. Estas características são responsáveis pela inclusão do Pantanal como "Patrimônio Nacional" na Constituição Brasileira de 1998, e pela inclusão da área na Convenção RAMSAR de Áreas Úmidas de Importância Internacional.

As ameaças aos biomas do Pantanal e do cerrado adjacente estão emaranhadas e multifacetadas. O Cerrado em particular tem enfrentado pressões causadas pelo desenvolvimento desde 1970, quando novos avanços da agricultura transformaram esta região agrícola anteriormente apenas marginal em um local ideal para a produção de soja, um dos principais produtos de exportação do Brasil. Existe uma preocupação crescente de que a produção de monoculturas esteja associada com perda de habitat, erosão e assoreamento.

Infelizmente, até esta ocasião poucos esforços de conservação têm sido realizados voltados a este bioma. Esta situação do Cerrado tem recebido pouca atenção de organizações e instituições brasileiras. Até recentemente o Banco Mundial e o governo brasileiro avistavam o Cerrado como a principal fronteira agrícola do país. Portanto, não é tão surpreendente que este hotspot esteja menos representado na rede de áreas protegidas brasileiras do que a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica. Apenas aproximadamente 1.4% do Cerrado está protegido por meio de parques e reservas. A porcentagem é ainda mais baixa no Pantanal, principalmente ao longo das planícies úmidas centrais. Além disso, estas áreas estão entre os biomas menos homogeneamente inventariados do Brasil e até o ano passado ainda necessitava de uma estratégia de conservação da biodiversidade definida para a região.

O Planalto do Cerrado no entorno da planície pantaneira, no qual os rios se originam, não só moldam a fisionomia da paisagem da planície, mas também determinam a maneira pela qual ela é ocupada pelo homem. Assim sendo, algumas áreas são mais fortemente impactadas por atividades antrópicas do que outras. A parte Alta da Bacia do Rio Paraguai, na qual o Pantanal se encontra, pode ser dividida nas seguintes categorias de uso da terra:

- Áreas agrícolas nas Bacias dos rios Taquari e Coxim. Estas áreas predominantemente arenosas são facilmente erodidas e têm criado imensos problemas de assoreamento nas porções médias e baixas do Rio Taquari. Este problema de assoreamento começou durante a expansão das monoculturas, principalmente soja e mais recentemente algodão, sementes de girassol, milho e arroz.

- Áreas receptivas ao turismo. Ao contrário do turismo que tem degradado vários cursos d'água e que teve efeito negativo no estoque pesqueiro do Pantanal, uma perceptível melhora parece existir na região de Miranda onde atividades turísticas têm capitalizado nas cabeceiras e nas matas de galerias. Isto foi observado em partes da Serra da Bodoquena, mais precisamente nas cidades de Bonito, Jardim, Bodoquena e Porto Murtinho (Bacia do Rio Apa).

- Áreas sem uso definido. Algumas áreas das bacias do Rio Negro e do Rio Miranda, principalmente devido à falta de acesso, não têm sofrido muito desenvolvimento antrópico. Portanto, essas áreas ainda estão bem preservadas e podem ser incorporadas dentro de programas de conservação.

De um ponto de vista biológico, existem influências biogeográficas distintas no Pantanal. Aproximadamente de 70% a 80% das sub-bacias de Mato Grosso do Sul estão localizadas no cerrado, apresentando formações de vegetação característica (Cerradão, campo sujo, campo limpo e outros). No entanto, o Pantanal também é influenciado por áreas do sul e do oeste como o Chaco, bosques secos da Bolívia e a Mata Atlântica.

A grande biodiversidade do Pantanal é devida ao regime das inundações que mantém grandes áreas alagadas por períodos de tempo que variam entre seis a 12 meses. Muitas espécies de vertebrados de habitats secos invadem a planície durante estes períodos para procurar a abundância de comida depositada/criada pelas enchentes. Animais migratórios entram no Pantanal durante a época das cheias para reproduzir e procurar abrigo. O ciclo das cheias determina a disponibilidade de áreas secas e inundadas, que por sua vez influencia a distribuição sazonal das diversas espécies. Neste "vai e vem" do nível das águas, espécies generalistas são favorecidas em detrimento de espécies muito especializadas. Isto possivelmente explica os baixos números de grupos endêmicos e indica a possibilidade da existência de uma grande quantidade de endemismo associada ao único habitat estável da planície – a água (Brown, 1984).

O baixo conhecimento da diversidade aquática do Pantanal e o status de conservação relativo de muitos dos seus cursos d'água justificam a necessidade de um levantamento mais compreensivo e a longo prazo. A bacia do Rio Negro, localizada na porção sul do Pantanal, é uma das sub-regiões mais intactas. Apesar de pouco estudada, o Rio Negro apresenta oportunidade ideal para desenvolver um plano de conservação integrado através da utilização sustentável da área e ao mesmo tempo a proteção deste ecossistema único.

Protegendo o Pantanal através de Corredores de Biodiversidade

Um plano para proteger a inter-relação entre a planície e o planalto da região, foi concebido pelos participantes do Workshop de "Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal" em Março de 1998. Corredores ecológicos potenciais ligando o Cerrado ao Pantanal foram propostos e mapeados. Pesquisadores identificaram pelo menos quatro áreas importantes para conservação dentro do Pantanal (Mapa 1). Os corredores na região incluem o corredor Norte/Sul, o corredor Central, o corredor leste/oeste na porção oeste e o corredor da porção leste. O desenho inicial do corredor pretende atender todas as necessidades para uma área protegida extensiva e é baseado em além da análise biológica, as estruturas sociais e econômicas da região. O racional por trás do delineamento do proposto corredor Cerrado/Pantanal inclui:

- Identificação de áreas prioritárias baseadas na diversidade de espécies e representatividade de diversas comunidades ecológicas e agrupamento de espécies.

- A conectividade do planalto do cerrado e das bacias com a planície do Pantanal.

Considerando os dados coletados e as observações de campo, a Conservation International incorporou uma quinta área localizada na borda da Serra de Maracaju. Esta área envolve a porção leste da planície e tem papel fundamental no processo de colonização da planície. A estratégia do corredor de biodiversidade, orientada de acordo com os cursos d'água, restabelece a importância da conservação de áreas permanentes e reservas legais. Esta estratégia posiciona o governo novamente no papel de planejadores e coordenadores da política de uso da terra, assim como redefine o papel dos fazendeiros como usuários e co-responsáveis pela conservação dos recursos naturais. A criação e a implementação de áreas protegidas ao longo do corredor são outro fator essencial para manutenção da biodiversidade.

O desenho do corredor se beneficiou de uma série de diagnósticos e planos de ação, incluindo o Plano de Conservação para a Bacia do Alto Paraguai (PCBAP), o Programa de Desenvolvimento Agrário (PRODEAGRO) para o estado de Mato Grosso e o resultado da expedição AquaRAP do CI ao Pantanal entre Agosto e Setembro de

1998, o qual coletou informações detalhadas sobre a biodiversidade das cabeceiras desta região pouco estudadas. O design atual do corredor também conta com a aprovação dos governos estadual e federal. Avanços recentes foram feitos no sentido de descentralizar mandatos federais sobre áreas protegidas para nível estadual (e para o setor privado, incluindo Organizações Não Governamentais [ONGs]), abrindo assim importantes oportunidades para a implantação da abordagem do Corredor de Biodiversidade. Os dados coletados durante a expedição AquaRAP contribuirão significantemente para a implantação do corredor Cerrado-Pantanal.

O Conservation International tem sido pioneiro no desenvolvimento de corredores na região do Cerrado-Pantanal. No Pantanal o CI tem atuado desde 1991, inicialmente treinando profissionais em ecoturismo, criando prioridades de conservação e com a estratégia de ajudar proprietários de terras a estabelecer Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), como é o caso das fazendas: Fazendinha (9.600ha), Santa Sofia (8.000ha) e Rio Negro (7.650ha), as quais somadas ao novo Parque Estadual do Rio Negro vão possibilitar a formação do maior conjunto de áreas protegidas no estado, totalizando 100.000ha. O Parque Estadual do Rio Negro é o primeiro parque estadual localizado na planície pantaneira, abrangendo os municípios de Corumbá e Aquidauana. A unidade de conservação foi criada com apoio financeiro da Conservation International através do Tropical Wilderness Protection Fund. O Conservation International também assinou um convênio de cooperação técnica para a gestão do parque. Uma outra área nas proximidades já se encontra em estágio avançado para se transformar em RPPN. Conservation International em parceria com The Nature Conservancy (TNC) em 1999 compilaram um banco de dados que reúne informações sobre aproximadamente 60 instituições que atuam no Pantanal. Este trabalho foi realizado com apoio da USAID. O CI também colaborou junto a outras instituições para analisar a ameaça representada pela criação do projeto da hidrovia Paraguai-Paraná.

O CI atua desde 1995 na maior área protegida do cerrado – o Parque Nacional das Emas. O Projeto Cumeeira, uma parceria do Conservation International com a Fundação Emas e outros, em andamento desde 1994 tem o objetivo de controlar os processos erosivos responsáveis pelo assoreamento e contaminação por agrotóxico das nascentes e leitos dos rios a recomposição da cobertura vegetal ao longo dos cursos d'água.

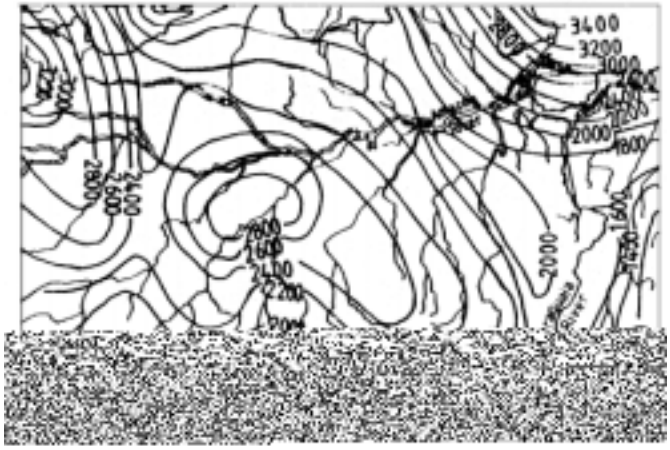


Figura 1.1. Precipitação em milímetros por ano na parte central do Brasil e em partes do Paraguai e da Bolívia. A área escura é o Pantanal. Reproduzido por Heckman (1998: Figura 4.4) com permissão de Kluwer Academic Publishers.

Tabela 1.1. Formação geomorfológica de planície do Pantanal (Ross e Santos, 1982)

Morfocronologia	Processos	Eventos
Pré-Cambriano	❑ Consolidação da plataforma brasileira com a formação de cinturões Orogênicos nas bordas do Cráton Amazônico; ❑ Coberturas sedimentares no Cráton Amazônico, intrusões e derrames vulcânicos (hoje, residuais).	❑ Província Serrana e Serra da Bodoquena; ❑ Serras de Santa Bárbara, Urucum, Amolar, Rio Branco, entre outras.
Devoniano/Cretáceo	❑ Fases de erosão alternadas com deposição esculpindo, inumando e exumando superfícies de erosão no pré-Cretáeo.	❑ Superfícies aplanadas no topo da Província Serrana e erosão das superfícies das Depressões do Alto Paraguai, Cuiabana, Miranda, Apa, Planalto Arruda-Mutum.
Cretáceo	❑ Recobrimento generalizado como fecho de sedimentação representado pelos grupos Bauru e Parecis respectivamente na Bacia Sedimentar do Paraná e Bacia Sedimentar do Parecis.	❑ Superfícies planas residuais, nas bordas das bacias, gerando as Chapadas dos Parecis, Guimarães, Emas, Correntes, Coxim, São Gabriel, Campo Grande.
Cenozóico	❑ Processo generalizado de soerguimento da plataforma sul americana concomitante aos dobramentos da Cordilheira dos Andes ❑ Continuidade no processo de soerguimento colocando progressivamente as estruturas antigas e as bacias sedimentares em níveis altimétricos cada vez mais elevados, promovendo falhamentos e afundamentos de bloco. Desencadeia simultaneamente os processos erosivos que esculpem os terrenos elevados pela epirogênese rebaixando mais as áreas de contato entre as bacias sedimentares e as estruturas mais antigas (cristalinas).	❑ Interrupção da deposição de sedimentos nas bacias sedimentares ❑ Do processo epirogênese-erosão resultou a abertura das Depressões Cuiabana, Alto Paraguai, Miranda, Apa, Jauru e deixou como residuais os planaltos e serras, com destaque a Província Serrana, Bodoquena, Urucum, Santa Bárbara, Parecis, Guimarães, Itiquira, Maracaju, Campo Grande.
Cenozóica (Terciário Superior/Quaternário)	❑ Continuação dos processos erosivos promovidos por climas semi-áridos e úmidos alternados, com rebaixamento contínuo das depressões e deposição de sedimentos preferencialmente arenosos procedentes das bordas das Bacias Sedimentares (Parecis e Paraná), nos terrenos mais rebaixados formando as planícies do Pantanal Mato-grossense.	❑ Formação das planícies do Pantanal por meio de leques aluviais e ambientes lacustres e fluviais.

Clima e Precipitação

A região do Pantanal, de acordo com o sistema de Köppen, pode ser classificada como tendo um clima de Savana (Köppen, 1931). O clima é quente e úmido nos meses de verão de dezembro a fevereiro quando a média da temperatura atinge por volta de 32° C (90°F). Durante o inverno se torna muito mais frio e seco, com temperaturas na faixa de 21°C (70°F). Ocasionalmente geadas podem ocorrer entre julho e agosto (Freire de Aragão, 2000). No inverno baixas temperaturas são causadas pelas correntes de ar originárias da parte sul da América do Sul.

O planalto no entorno da planície alagável recebe aproximadamente 1500 milímetros de chuva por ano, o qual é amplamente responsável pela alta sedimentação do Pantanal, especialmente quando a área de planalto for desmatada. A média da precipitação anual da planície alagável é normalmente entre 1000 e 1400 milímetros (entre 40 e 55 polegadas) (Fig. 1.1). Mais do que no planalto, precipitação no Pantanal varia durante o ano, causando um ciclo regular de secas e cheias, o que torna o Pantanal um ecossistema único (PCBAP, 1997b). As cheias anuais permitem que alguns habitats lóticos se misturem regularmente, enquanto alguns microhabitats permanecem

isolados por até 50 ou 100 anos e desenvolvem características distintas até que uma grande cheia os misture ao resto do meio ambiente (Fig. 1.2). Nas últimas décadas o desmatamento que vem ocorrendo nas áreas das cabeceiras tem causado um aumento significativo na sedimentação, o que resultou na diminuição da produtividade do solo e da pastagem e em um aumento da freqüência e do nível das enchentes.

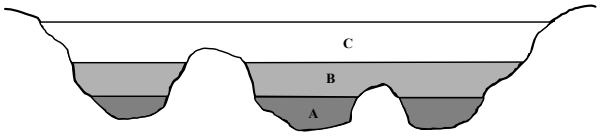


Figura 1.2. Cheias sazonais no Pantanal. O ecossistema pantaneiro depende do ciclo das cheias para rejuvenescer habitats aquáticos isolados. Este diagrama é uma seção transversa de três condutos no Pantanal os quais na estação seca (representado pelo nível A) estão completamente separados. Durante os ciclos regulares das enchentes anuais algumas dessas áreas formam uma grande planície alagável nas quais nutrientes circulam entre os habitats e dispersão de populações é permitida para espécies que se reproduzem na estação seca. Algumas áreas permanecem isoladas até o evento de uma grande enchente ocorrer (nível C) o que permite o desenvolvimento de microhabitats únicos e diversos. *Diagrama desenvolvido por N. Carroll e J. Montambault.*

Geologia

A geologia da região é altamente responsável pelo sistema único de zonas de inundação interconectadas e os microhabitats do Pantanal. A região das cabeceiras dos rios que drenam em direção a planície pantaneira possui características muito distintas, uma das mais interessantes é o tipo dos solos, dos quais os rios recebem uma grande quantidade de sedimento. A grande maioria dos solos é pobre, composto de areia com alguns depósitos de argila e calcário. A geologia da região foi descrita em um levantamento feito pelo governo brasileiro como "unidades representativas da evolução litoestratigráfica ocorrida desde o Arqueano até as aluviões Holocênicas. As mais antigas, denominadas Complexo Xingu e Complexo Rio Apa, representam o Complexo Cristalino Brasileiro" (PCBAP, 1997a).

Como o Pantanal tem uma declividade de 6 a 12 centímetros/quilômetro de leste a oeste e de 1 a 2 centímetros/quilômetro em sentido norte-sul, inundações ocorrem facilmente (Freire de Aragão, 2000). Os solos da planície alagável são compostos por sedimentos soltos datando do período Quaternário que são principalmente arenosos com algumas áreas de argila e matéria orgânica (ver tabela 1.1 para mais detalhes). Os tipos de solos encontrados são: podzólicos vermelho-amarelos, regossolos, litólicos, brunizéns avermelhado e solos concrecionários.

Características socioeconômicas (do PCBAP, 1997b).

Infraestrutura

Uma rede de estradas quase sempre asfaltadas, mas em mau estado de conservação, ligam os centros urbanos. Mesmo assim, muitas das comunidades periféricas só podem ser acessadas por trilhas que são intransponíveis por grande parte do ano. A 10° Divisão Nordeste da RFFSA atravessa os 460km entre Campo Grande e Corumbá, mas a rota mais eficaz é ao longo do Rio Paraguai e seus tributários. Corumbá e Ladário são os principais portos. Corumbá tem 23.9% da população urbana e 19% da população total de Mato Grosso do Sul, sendo um centro de exportação a serviço das regiões da Bolívia e dos Andes.

Apesar da assistência médica ter melhorado 60% entre 1980 e 1990, problemas com a saúde persistem, como por exemplo: vários graus de Hanseníase e tuberculose, doença de Chagas e leishmaniose. Lixo e esgoto são problemas significativos por toda esta área, representando uma ameaça especialmente para a água da região. Quase todos os municípios (93%) utilizam aterros sanitários e apenas 13% possuem sistema de esgotos. O abastecimento de água é relativamente coerente e em média 80% das famílias contam com um abastecimento adequado.

O Qualidade da educação e comparecimento às aulas continuam a melhorar no perímetro urbano, porém os sistemas de educação rural são inadequados. Alguns dos problemas incluem escolas de difícil acesso e altas taxas de desistência. Analfabetismo é mais comum entre os jovens da região do que entre os mais velhos.

Economia

Até 1993, apenas 2% de Mato Grosso do Sul era devotada a agricultura. Esta produção está concentrada na região de planalto, porém um pouco de arroz (5.841 ha) é plantado no Pantanal. A produção de soja tem crescido constantemente (374.164 ha) e alguns outros produtos adicionais incluem café, palmito e pequi (*Caryocar brasiliense*, uma árvore da família das cariocaceas típica do cerrado e muito usada pela sua madeira e frutos). De longe a maior industria agrícola da região é a pecuária, a qual está presente nesta área a séculos. A parte baixa de Mato Grosso do Sul contém aproximadamente 9.8 milhões de cabeças de gado (1993), o que representa aproximadamente 45% do total do estado. O estado perde apenas para Minas Gerais na produção de gado de corte.

A região de Mato Grosso do Sul vem presenciando uma melhoria na economia, apesar de ainda existirem algumas preocupações quanto a trabalho infantil, segurança no trabalho e problemas de saúde nas fábricas de carvão e cerâmica. Turismo tem demonstrado ser uma indústria lucrativa. Com exceção de 1º de novembro a 31 de janeiro quando a pesca é proibida, a pesca esportiva é muito popular, culminando de julho a outubro. Turismo cultural é significativo nas cidades de Corumbá, Bonito, Paraná, Santa Catarina e Rio de Janeiro culminando entre julho e metade de agosto. A cidade de Rio Verde de Mato Grosso é muito popular para os fins de semana e feriados curtos. Estes visitantes têm influenciado artesões locais, pois esses tendem a atender os turistas. O motivo religioso dos festivais tem enfraquecido e se tornado comercial devido ao fato que os turistas não estão familiarizados com os seus significados tradicionais.

Populações Indígenas

Os principais grupos indígenas da região são Guarani-Kaiowá, Guató, Kadiwéu e Terena, possuem um total de 590.141 ha de terra na região. As populações desses grupos são muito baixas: entre 500 (Guarani-Kaiowá) e 14.000 (o maior grupo Terena) em 1995. Alguns grupos (ex: os Kadiwéu) sobrevivem através do arrendamento de suas terras. Muitos produzem arroz, feijão, milho, mandioca e algodão ou ainda mudaram para centros urbanos.

LITERATURA CITADA

Brown, K.S. Jr. 1984. Zoogeografia da região do Pantanal Mato-Grossense. *In*: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômico do Pantanal. 1.1984., Corumbá. Anais. Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p-137-178. (Embrapa-CPAP. Documentos, 5).

Freire de Aragão, M., ed. 4 de fevereiro de 2000. Pantanal – o continente das águas. http://www.alanet.com.br/ms/pantanal/welcome.html

Köppen, W. 1931. Grundriss der Klimakunden. De Gruyter, Berlin. XII, 388 pp.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

PCBAP, 1997a. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. 1997. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (pantanal) – PCBAP/Pantanal Project, Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Volume II, Tomo II. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília. 394 pp.

PCBAP, 1997b. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Resume Executivo. Ministério do Meio Ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal. Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Brasília. 49 pp.

Ross, J.L.S. & L.M. Santos. 1982. Geomorfologia da folha SD. 21 – Cuiabá. *In* Projeto RADAM BRASIL: Levantamento de recursos naturais. V. 26. Rio de Janeiro.

CAPITULO 2

LEVANTAMENTO FLORISTICO DAS CABECEIRAS DOS RIOS NEGRO, AQUIDAUANA, TAQUARI E MIRANDA NO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL.

Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima e Ubirazilda Maria Rezende

RESUMO ESTATÍSTICO

- Número de espécies: 431 espécies em 111 famílias diferentes (309 táxons identificados ao nível específico, 102 ao nível genérico e 20 somente como família).
- Número de espécies novas: Desconhecido
- Número de novos registros para a área: Quase todos os registros de espécies são novos para a área, uma vez que anteriormente ao Aquarap não existiam coletas anteriores em quase todos os locais amostrados.
- Informações interessantes: Ver o ítem Aspectos Gerais dos Resultados.

SUMÁRIO

- Nos 26 pontos amostrados durante o Aquarap foram coletadas e/ou registradas 431 espécies ou morfo-espécies de plantas vasculares, e todos estes táxons estão sendo citados pela primeira vez para esta região das cabeceiras.
- Do número total de famílias levantadas, 49 ocorrem com apenas uma espécie.
- Estes dados revelam a grande riqueza da flora da região, apesar de diversos pontos amostrados terem um estado de conservação precário, sendo desta maneira urgente a necessidade de programas de levantamento florístico detalhado e de recuperação da vegetação.
- As cabeceiras dos rios Negro e Taquari exibem elementos florísticos comuns entre si, e com as matas ciliares inundáveis do Pantanal nos rios Paraguai e Miranda.
- As cabeceiras dos rios Aquidauana e Taquari possuem matas ciliares bastante degradadas ou totalmente ausentes. Entretanto, exibem outros tipos de vegetação indiretamente associadas com os cursos d'água que provavelmente possuem uma grande riqueza florística ainda a ser estudada, como é o caso das veredas.
- As cabeceiras do rio Miranda exibem uma vegetação rica e distinta das demais cabecerias, provavelmente devido aos habitats únicos desta região. Entretanto, exibem alguns elementos florísticos em comum com as matas semideciduas do Paraguai e Argentina, com as matas decíduas típicas dos "limestones" do Mato Grosso do Sul, e com os capões de mata da região do Abobral e com as cordilheiras da região de Nhecolândia.
- Os grandes desmatamentos que estão ocorrendo em toda a região das cabeceiras estão sendo provocados por atividades extrativista, agrícola, pecuarista e recreativa, não existindo nenhuma ação para minimizar ou reduzir os impactos destas atividades sobre a vegetação.
- Nas unidades Negro Superior, Aquidauana Superior, e Taquari Superior, a atividade predominante é a pecuária intensiva, onde praticamente toda a extensão de terra produtiva é transformada em pastagem.
- A unidade Miranda Superior é a que possui o melhor estado de conservação da vegetação, mas que pode estar ameaçada pela exploração de minerais, pelas atividades agropecuaristas, e pela exploração desordenada do ecoturismo.

INTRODUÇÃO

A composição florística das formações vegetais existentes ao longo dos rios que integram a Bacia do Alto Paraguai, onde está inserido o Pantanal, é muito pouco conhecida. O primeiro botânico a coletar na região foi Ludwig Riedel, entre 1825 e 1829, acompanhando a expedição do Barão Langsdorf. Após esse período vieram outros botânicos, como Manso, entre 1830 e 1839; Weddel, em 1845; Spencer Moore, em 1891, que coletou e descreveu aproximadamente 8 gêneros e 212 espécies novas; Kuntze, em 1892; Lindman e Malme, em 1893; Rudolf Endlich, entre 1896 e 1898; Robert Pilger, em 1898; e Júlio César Diogo, entre 1908 e 1909 (Hoehne, 1923). Até meados do século XX destacam-se os trabalhos de Hoehne (1923), que descreve a fitofisionomia do Estado de Mato Grosso, caracterizando também as matas hidrófilas e a vegetação ribeirinha, e de Veloso (1947).

Recentemente outros autores têm trabalhado em várias formações vegetais, principalmente nas áreas inundáveis do Pantanal, dentre os quais podemos citar Prance & Schaller (1982), Conceição & Paula (1986), Ratter *et al.* (1988), Cunha (1990), Guarim-Neto (1991), Guarim-Neto (1992), Pott & Pott (1994), Dubs (1994), Guarin-Neto *et al.* (1996), Damasceno Júnior (1997), Pott & Pott (1997) e Damasceno Júnior *et al.* (1999).

Para o estado de Mato Grosso do Sul existem apenas duas grandes contribuições com listagem de espécies que incluem formações ribeirinhas que são PCBAP (1997), onde encontra-se um checklist das plantas citadas para a Bacia do alto Paraguai, e Dubs (1998) que elaborou uma lista bastante completa das angiospermas dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul existentes nos herbários de Zurique (Z), Estolcomo (S), Curitiba (MBM) e parcialmente no de Kew (K) e Edimburgo (E). Além dos trabalhos na bacia do Alto Paraguai, destacam-se os trabalhos realizados na bacia do rio Paraná, que é a outra grande bacia que drena o Mato Grosso do Sul. Dentre eles podemos citar Assis (1991) realizado na mata ciliar do rio Ivinhema, Previdello et al. (1996) em áreas de mata ciliar do rio Paraná, e Dias (1999) que estudou a bacia do córrego Guariroba, além do trabalho de Souza-Stevaux & Cislinski (no prelo) que estudou áreas ribeirinhas do rio Paraná.

Entretanto, existem poucos trabalhos realizados nas cabeceiras dos rios do Pantanal, dos quais a maioria foi realizada no Estado de Mato Grosso, tais como Oliveira-Filho (1989) em área de mata de galeria na Chapada dos Guimarães; Monteiro & Silva (1995) na mata ciliar do rio Bento Gomes; Soares & Monteiro (1995) e Matsunaga & Monteiro (1995), ambos nas matas ciliares do rio Cuiabá; e Salis *et al.* (1999) que realizaram estudos fitossociológicos em várias comunidades vegetais da bacia do Alto Paraguai, incluindo uma área às margens do rio Jorigue.

O presente trabalho, que foi realizado nas cabeceiras das bacias dos rios Negro, Aquidauana, Taquari e Miranda, fornece o primeiro conjunto de informações organizadas acerca da flora da região das nascentes dos principais tributários desses rios.

MATERIAL E MÉTODOS

As observações e coletas botânicas foram realizadas em 26 pontos das cabeceiras das Bacias dos rios Negro (4 pontos), Aquidauana (3 pontos), Taquari (8 pontos) e Miranda (11 pontos), no período de 25/08/1998 a 08/09/1998, totalizando 15 dias de coleta. Os pontos amostrados estavam sempre associados a cursos d'água, constituindo-se de matas de galeria, campos inundáveis, veredas, vegetação aquática e algumas áreas antrópicas. Todos os exemplares coletados encontravam-se férteis durante a expedição. Os exemplares estéreis foram identificados em campo, sendo coletados apenas os que não puderam ser identificados desta forma. Para cada ponto foram anotadas principalmente as espécies dominantes de cada estrato, e quando possível uma listagem mais completa.

O material coletado foi herborizado, desidratado e depositado nos herbários COR, CPAP, COMS e HUFU, e algumas duplicatas foram doadas para os herbários SP e SPF, todos localizados no Brasil. As identificações foram realizadas com base na bibliografia disponível, comparações com exsicatas dos herbários citados e envio de duplicatas a especialistas.

As coletas foram realizadas sempre nos mesmos pontos da equipe da ictiofauna, sendo que em alguns casos utilizou-se um ponto de referência para vários locais ao redor (Mapas 2, 3). As observações e coletas em cada ponto tiveram duração variável, de uma a quatro horas dependendo do local e da quantidade de exemplares encontrados. Em cada local procurou-se amostrar o máximo da vegetação ali existente em relação ao tempo disponível. No estudo evitou-se ao máximo as coletas em áreas sem influência dos cursos d'água, sendo que a largura da área de influência variou de acordo com o relevo estudado.

Os locais em que se realizou o levantamento botânico durante a expedição estão listados abaixo:

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos Gerais

No total foram registrados 847 indivíduos com diferentes hábitos de crescimento em todas as áreas estudadas (Tabela 1). Desses registros identificou-se 431 espécies diferentes distribuídas em 111 famílias botânicas. Dessas espécies, 309 foram identificadas até o nível de espécie, 102 em nível

Tabela 2.1. Estações georeferenciadas amostradas pela equipe de botânica das cabeçeiras durante a espedição Aqua RAP. N = Sítios no Rio Negro, C= Sítios de cabeçeiras

Número da Georeferência	Localidade	Latitude; Longitude
CABECEIRAS DO RIO NEGRO		
N02	Rio dos Peixes.	(19º 23'15" S; 54º 58' 47"W)
N04	Cachoeira do Rio dos Peixes.	(19º 34' 27"S; 54º 53' 19"W)
N06	Corredeiras próximo a cidade de Rio Negro.	(19º 26' 19,1"S; 55º 01' 09"W)
N09	Rio Negro, próximo a ponte na rodovia BR-419.	(19º 19'6"S; 55º 10'31"W)
CABECEIRAS DO RIO AQUIDAUANA		
C01	Riacho ca. 7km Rochedo em direção a Corguinho.	(19º 53' 41"S; 54º 52' 30"W)
C02	Riacho Chácara Portela.	(19º 48' 40"S 54º 50' 39"W)
C03	Lagoa marginal na Chácara Portela.	(19º 48' 40"S 54º 50' 39"W)
CABECEIRAS DO RIO TAQUARI		
C05	Riacho da Fazenda Rio Bonito, ca. 50km da cidade de Costa Rica.	(18º 14' 54"S; 53º 25' 23"W)
C06	Riacho do Morro Alto, Chácara Morro Alto, ca. 40km de Costa Rica.	(18º 17' 42"S; 53º 22' 07"W)
C07	Córrego do Engano, acima da boca do Corgão.	(18º 12' 09"S; 53º 22' 46"W)
C08	Riacho Corgão, próximo a confluência com o Córrego do Engano.	(18º 02' 05"S; 53º 22' 43"W)
C09	Vereda Água Clara, 21km da Fazenda Rio Bonito.	(18º 15' 06"S; 57º 27' 50"W)
C10	Córrego das Furnas, perto da vereda Água Clara.	(18º 15' 45"S; 53º 27' 59"W)
C11	Rio Bonito, abaixo da cachoeira.	(18º 16' 23"S; 53º 27' 27"W)
C12	Córredo na beira da estrada, 40km de Alcinópolis Costa Rica.	(18º 27' 00"S; 53º 25' 43"W)
CABECEIRAS DO RIO MIRANDA (SERRA DA BODOQUENA)		
C13	Rio da Prata, Fazenda Rio da Prata.	(21º 26' 09"S; 56º 25' 45"W)
C14	Riacho Olho D'Água, Fazenda Rio da Prata.	(21º 26' 09"S; 56º 26' 03"W)
C15	Riacho Olho D'Água. Nascente do rio da Prata, Fazenda Rio da Prata.	(21º 26' 18"S; 56º 26' 43"W)
C17	Córrego alagado, ca 60km de Jardim, depois da Ponte do Rio da Prata.	(21º 19' 50"S; 56º 26' 49"W)
C18	Rio Mutum, estrada de Jardim para Bonito.	(21º 17' 55"S; 56º 25' 57"W)
C19	Baia Bonita, Recanto Baia Bonita.	(21º 09' 48"S; 56º 26' 23"W)
C20	Cachoeira do Rio Formoso, Rancho do Tucano.	(21º 06' 06"S; 56º 22' 54"W)
C22	Rio Mimoso, 17km de Bonito. Rodovia Bonito – Bodoquena.	(20º 58' 19"S; 56º 32' 49"W)
C23	Ressurgência do Formoso, Fazanda Formosa, 40km de Bonito.	(21º 15' 24"S; 56º 38' 11"W)
C24	Rio Formosinho, Fazenda São Geraldo, 17 km de Bonito.	(21º 15' 14"S; 56º 33' 35"W)
C26	Rio Salobrinha a 20 km da rodovia Bonito – Bodoquena.	(20º 40' 43"S; 56º 46' 52"W)

genérico e 20 somente como família. As coletas nos 26 pontos resultaram em 370 indivíduos. As famílias que apresentaram maior número de espécies foram Leguminosae, com 40 espécies (18 Faboideae, 12 Mimosoideae e 10 Caesalpinioideae) seguida por Compositae, com 21 espécies, Gramineae e Rubiaceae com 19, Cyperaceae com 18, Euphorbiaceae e Melastomataceae com 16 e Myrtaceae com 11 espécies. Quarenta e nove famílias ocorreram com apenas uma espécie.

Os dados sobre a riqueza de espécies mostram que a flora da região estudada, apesar do seu precário estado de conservação em alguns locais, é bastante rica, pois há que se considerar que o esforço de coleta foi limitado no tempo e no espaço. Três das cabeceiras estudadas encontram-se no domínio dos cerrados e uma localiza-se em área de transição de cerrado (*lato sensu*) para floresta estacional semidecidua (matas secas). Em um estudo realizado por Castro *et al*. (1999) foi estimado que os cerrados possuem entre 3000 e 7000 espécies em toda sua área de ocorrência no Brasil. Silva Júnior *et al.* (1998) realizaram uma compilação de listas de espécies arbóreas em 15 áreas de mata de galeria no Distrito Federal (Brasília), registrando um total de 446

espécies. Os dados obtidos com esta expedição do Aquarap não permitem fazer estimativas, porém com base em nossa experiência de campo, é bem possível que um estudo detalhado em todas as áreas amostradas poderia revelar pelo menos três vezes mais espécies, o que denota a riqueza e importância dos ambientes estudados.

De modo geral observou-se que as áreas das cabeceiras dos rios Negro e Taquari exibiram vários elementos florísticos comuns, podendo ser representados por espécies tais como *Guarea kunthiana*, *Inga vera* e *Attalea phalerata*. Muitas das espécies encontradas nesses ambientes ocorrem também nas matas ciliares inundáveis do Pantanal nos rios Paraguai e Miranda, conforme pode constatar nas listas de Damasceno Júnior (1997) e Melo *et al.* (1999).

Curiosamente, outras espécies aquáticas encontradas, por exemplo em Bonito, não estão registradas para o Pantanal na lista elaborada por Pott & Pott (1997), dentre as quais podemos citar *Heteranthera zosterifolia*, *Potamogeton illinoensis* e *Myriophyllum aquaticum*. Isso mostra o quão únicos são alguns dos ambientes aqui abordados.

Particularmente as cabeceiras do rio Miranda apresentam uma vegetação que é única no Estado, com elementos florísticos citados para as matas semideciduas paraguaias e argentinas, como é o caso de *Averrhoidium paraguaiense*, citado no MS apenas para essa região por Dubs (1998) e no presente trabalho.

Outros elementos florísticos encontrados nessa região são tipicamente de matas secas (matas decíduas) que ocorrem na morraria calcária ao redor de Corumbá, e que segundo Ratter (1988) são típicas das caatingas do Nordeste do Brasil. Muitos elementos desse tipo de formação vegetal são encontrados nas áreas de capão de mata na região do Abobral (Pantanal) e nas cordilheiras da região da Nhecolândia.

DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES VISITADOS

Cabeceiras do Rio Negro.

Nas cabeceiras do rio Negro foram levantados quatro pontos, sendo três na parte alta e um na transição para a área inundável.

Os pontos N2 e N4 localizavam-se no rio do Peixe, sendo um em uma área com mata ciliar bem definida de aproximadamente 20 m de largura em alguns locais. Essa área era limitada por vegetação de cerrado, sendo que em muitos casos algumas espécies mais típicas desse ambiente, como *Vochysia hankeana*, podiam ser encontradas próximas ao leito do rio, nas áreas onde não havia influência de inundação. O leito do rio apresentava rochas, que em muitos casos formam ambientes propícios para o crescimento de algumas espécies como *Ludwigia* sp. Algumas das espécies ali encontradas são comuns em áreas de floresta estacional semidecídua do Pantanal (capões e cordilheiras), como *Albizia niopioides* e *Albizia saman*. Outras espécies arbóreas parecem estar mais restritas a faixas sob influência d'água, como *Inga vera*, *Attalea phalerata* e *Triplaris americana*. O relevo é relativamente encaixado, configurando uma zonação bastante nítida das espécies em relação ao rio. Um aspecto interessante é a presença de espécies que indicam a perturbação antrópica, como por exemplo *Anadenanthera colubrina*, *Gynerium sp.* e *Gouania* sp. com ocorrência esparsa em alguns pontos.

As matas associadas ao rio do Peixe foram as mais ricas em espécies das cabeceiras do rio Negro e de todas as áreas estudadas, tendo sido registradas 143 espécies nos dois pontos de coleta. Algumas manchas de mata encontravam-se bastante conservadas com espécies de estágios sucessionais mais avançados como *Ormosia fastigiata* e *Copaifera langsdorfii*. Acreditamos que seja importante que medidas conservacionistas sejam adotadas para proteção dessas áreas ricas em espécies e de grande beleza cênica como é o caso da Cachoeira do rio do Peixe. As áreas abaixo da cachoeira encontram-se bem conservadas, necessitando de mais coletas botânicas para avaliação de seu potencial.

Com relação a cachoeira do Kubota (N6), trata-se de um ambiente bastante interessante por apresentar-se em um relevo mais encaixado do que o rio do Peixe. As espécies que ali ocorrem estão adaptadas para crescer em fendas das rochas com pouco solo, ou sobre solos muito rasos e sujeitos, em alguns casos, a ação da água. Nesse local a transição para o cerrado é mais abrupta, devido as condições do terreno. A vegetação caracteriza-se como uma floresta estacional semidecidual aluvial em transição para floresta de encosta. Trata-se de um ambiente tão especial quanto o rio do Peixe, um tanto quanto mais conservado, porém castigado por fogo e utilizado pela população local como área de lazer.

O ponto N9 está localizado no rio Negro em área de transição para a parte inundável. Nesse ponto foi possível verificar a maior ocorrência de espécies tolerantes a inundação encontradas em matas ciliares do Pantanal baixo, como por exemplo *Vochysia divergens* e *Inga vera*. Trata-se de um ambiente com perturbação antrópica, que aparentemente é muito utilizado por pescadores. Nesse ponto foram registradas 36 espécies, não sendo portanto um local rico em espécies, muito provavelmente em função da inundação a que está sujeito.

Cabeceiras do Rio Aquidauana

A vegetação desta unidade encontra-se bastante degradada se levarmos em conta somente os três locais amostrados. Os remanescentes de mata de galeria possuem em sua maioria muitos indivíduos de espécies pioneiras ou de sucessão secundária, ou ainda, nas margens dos córregos e rios existem somente campinas com alguns indivíduos arbóreos de espécies nativas que sobreviveram a degradação.

Esta é ocasionada principalmente pelas pastagens que atingem as margens dos cursos de água, e que aliado com o intenso assoreamento que vem sofrendo ao longo dos últimos anos, provoca também o desmoronamento dos barrancos. Por sua vez, por serem arenosos, aumentam a degradação da qualidade de escoamento dos cursos de água.

O número de espécies é baixo. Nos três pontos estudados (C1, C2 e C3) registrou-se respectivamente 61, 20 e 34 espécies. Se esta situação for geral para toda a micro-bacia do rio Aquidauana, a perda de diversidade específica e genética deve estar sendo muito acentuada atualmente.

Um tipo de vegetação conservada, mas que não foi amostrada, são as matas decíduas, cerrados e matas de galeria nas encostas das serras próximas a cidade de Rochedo. A sua composição e estrutura florística é totalmente desconhecida, mas trata-se de um local extremamente importante por abrigar e proteger inúmeras nascentes de córregos e rios que abastecem as cabeceiras da região, além de ter provavelmente diversas espécies que ocorrem local ou regionalmente. Outra região que também não foi amostrada é a região de Piraputanga, próximo a cidade de Aquidauana. Nessa região também existem grandes áreas de cerrado, florestas semidecíduas e matas de galeria, que são praticamente desconhecidas pela ciência e que pela grande extensão que ocupam, têm vocação natural para conservação e vem sendo utilizadas pela população ha muito tempo como área de beleza cênica para lazer.

Cabeceiras do Rio Taquari

As formações vegetais que ocorrem nesta unidade são as matas decíduas, matas semidecíduas, matas de galeria, cerrados, campos úmidos e veredas, tendo sido amostrados 8 locais que se encontram desde um estado bastante adiantado de degradação até alguns em estado mais conservado. Porém, todos eles representam remanescentes vegetais pois são circundados por grandes áreas de pastagem ou tiveram diversas espécies arbóreas retiradas para algum tipo de uso da madeira.

Os quatro primeiros pontos amostrados nas cabeceiras do Taquari são matas de galeria em meio a áreas de pastagem e agricultura, que outrora eram ocupados por cerrado.
No ponto C5 o córrego apresenta mata de galeria sobre solos arenosos e relevo suavemente ondulado. A largura da mata não excede a 30 metros, sendo em alguns pontos bem mais estreita. O nível de perturbação é alto e caracterizado pela grande presença de lianas como *Bauhinia* sp., *Serjania caracasana*, *Doliocarpus* sp., e ainda pelo grande número de árvores mortas. As espécies mais comuns foram *Xylopia aromatica*, *Tapirira guianensis,* e de pioneiras como *Cecropia pachystachya*. Nesse ponto registrou-se a ocorrência de 62 espécies, e foi observado que o efeito de borda do uso intensivo das áreas adjacentes na mata parece ser bastante acentuado. Embora a área não tenha apresentado significância biológica para conservação, é importante a conscientização dos fazendeiros locais para aumentar a área tampão às margens do córrego a fim de minimizar o efeito de borda da atividade agrícola .

O ponto C6 tem características mais conservadas. O córrego é encaixado em barranco arenoso/rochoso, com uma mata de galeria alta em transição com cerrado. O número de espécies foi um pouco maior (72 espécies), e a presença de lianas e de espécies ruderais não foi tão constante como na primeira área. Apesar disso, algumas espécies pioneiras são muito comuns, como *Tapirira guianensis* e *Anadenanthera colubrina*, o que demonstra que existe certo nível de perturbação. Entretanto, espécies com características de estágios sucessionais mais avançados como *Roupala montana* e *Chomelia obtusa* também foram muito freqüentes. Dado o nível de conservação que se encontram as áreas vizinhas, esta área apresenta-se como importante refugio para a fauna silvestre local, e este ponto pode ser considerado como um bom exemplo das áreas com relevo encaixado da região. Provavelmente um estudo mais demorado neste ponto revelaria uma lista de espécies maior do que a que aqui apresentamos.

Os pontos C7 e C8 são duas áreas contínuas e foram aqui tratados como uma só. Tratam-se de áreas de mata de galeria alta (dossel de 20m) relativamente conservada, em transição para uma pequena mancha de floresta estacional semidecídua. Nesses dois pontos foram registradas 54 espécies. O número de espécies registrado é baixo devido ao pouco tempo disponível para uma boa amostragem, e com certeza um estudo mais abrangente revelaria mais espécies que o aqui apresentado.

O local é caracterizado por apresentar perturbação natural provocada por grandes "avalanches" de água no período chuvoso, que derrubam muitas árvores durante a sua passagem, conforme relatado por moradores. Além disso, existe a perturbação antrópica indicada pela presença de vários indivíduos de *Croton urucurana*, *Cecropia pachystachya*, *Trema micranta* e *Lantana fucata*, que são indicadores de áreas perturbadas. Porém é fácil de se encontrar na mesma área, especialmente no Corgão, espécies florestais de estágios sucessionais mais avançados como *Cedrela* sp. e *Guarea kunthiana*. O sub-bosque também era mais rico que o encontrado nas matas anteriores, formado principalmente por *Psychotria carthagenensis*, *Clavija nutans*, *Oxalis rhombeo-ovata* e *Trichilia catigua*. A maior umidade da área propicia também a ocorrência de espécies epífitas, como *Peperomia* sp. e *Peperomia circinata*, que foram encontradas com grande número de indivíduos sobre rochas e troncos de árvores. Acredita-se que as duas áreas (especialmente o Corgão) sejam um bom exemplo de áreas com perturbação natural pela grande variação hídrica a que estão sujeitas. O estudo de áreas como essas em constante auto-regeneração, pode constituir um bom exemplo para uso na recuperação de áreas semelhantes degradadas.

Os pontos C9 e C10 são áreas de vereda. A vereda é um ambiente especial que ocorre dentro do domínio dos cerrados. É uma fisionomia com características de savana de dossel descontínuo (cobertura arbórea de 5 a 10%), que ocorre em terrenos mal drenados com muita matéria orgânica, e a presença marcante da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) nas linhas de drenagem mal definidas (Ribeiro & Walter, no prelo). Esses ambientes, embora muito comuns nas áreas de cerrado, são pouco conhecidos. No Mato Grosso do Sul só existe um registro de estudo florístico em área de vereda feito por Dias (1999) e que não apresentou nenhuma espécie em comum com a lista aqui apresentada.

Na vereda do ponto C9 registrou-se 50 espécies. Entretanto, muitas espécies de Gramineae em estado vegetativo de difícil reconhecimento em campo não foram registradas. Considerando-se o tempo e o esforço de coleta, e ainda por ser um ambiente inundável, trata-se de uma área rica, uma vez que é sabida as restrições impostas, pelos ambientes inundáveis a colonização da vegetação. Normalmente ambientes sujeitos a inundação não apresentam grande número de espécies. Num estudo realizado com as plantas aquáticas e herbáceas das áreas de inundação do rio Paraguai em Corumbá, Sanches *et al.* (1999) encontraram apenas 62 espécies em 22 km de rio.

Na presente vereda as espécies mais comuns foram *Mauritia flexuosa*, quatro espécies de Eriocaulaceae (*Eriocaulon* sp., *Syngonanthus helminthorrhizus*, *Syngonanthus nitens* e *Syngonanthus xeranthemoides*), *Eryngium floribundum*, *Eryngium* sp2 e *Vernonia ararana*. Algumas das espécies como as Eriocaulaceae só foram registradas nesta expedição para esse tipo de ambiente. É bastante notório nessa área a ausência de espécies pioneiras de ambientes perturbados. As espécies pioneiras que ali foram registradas estão associadas a restrição imposta pela inundação. É sem dúvida um ambiente único que necessita ser conservado.

O ponto C10 é uma transição de vereda para mata de galeria, onde foram registradas 39 espécies. A baixa riqueza também é provavelmente associada a drenagem do terreno. É comum encontrar na área *Miconia elegans*, *Echinodorus longipetalus*, *Echinodorus tenellus* e *Rhynchospora* cf. *trispicata*. O estado de conservação dessa área é um pouco pior que a anterior, mas tem valor biológico para a conservação.

O ponto C11 configura-se como uma área de mata de galeria com barranco arenoso bastante alterada pela atividade humana. Nesse ponto foram registradas apenas 8 espécies, sendo as mais comuns *Inga* sp., *Guarea* sp. e *Croton* sp.

O ponto C12 é uma vereda degradada onde foram registradas apenas 9 espécies. A área é caracterizada pela presença da Araceae *Urospatha sagittifolia*, *Ludwigia* sp. e *Eryngium* sp. Esta vereda tem como principal ameaça a construção da estrada atravessando sua extensão e assoreamento de suas bordas.

Cabeceiras do Rio Miranda

O ponto C13, localizado no rio da Prata, é um dos mais ricos em espécies de toda a expedição, perdendo apenas para o rio do Peixe nas cabeceiras do rio Negro. Nesse ponto foram registradas 101 espécies. A vegetação trata-se de uma floresta semidecidual aluvial, com dossel de aproximadamente 20m, crescendo sobre solos calcários, relevo suavemente ondulado, com rio medianamente encaixado. A vegetação vizinha é de floresta decídua, que na maioria dos casos deu lugar a áreas de pastagem, que são a fisionomia dominante ao longo do rio da Prata.
A faixa da vegetação influenciada pela variação do nível da água é estreita. Nessa faixa encontramos espécies como *Inga heterophylla*, *Ficus* sp., *Inga vera*, formando o dossel e *Piper angustifolium* no sub-bosque. Nas áreas com baixa influência da variação do lençol freático de transição para floresta decídua é comum encontrarmos, formando o dossel, *Aspidosperma cylindrocarpum*, *Tabebuia* cf. *impetiginosa*, *Holocalyx balansae*, *Nectandra membranacea*, e no sub-bosque *Pterogyne nitens*, e *Unonopsis lindmanii* e *Casearia* cf. *mariquitensis*. Em áreas com dossel mais aberto encontramos espécies herbáceas como *Bromelia balansae*, e gramineas como *Olyra ciliatifolia* e *Pharus glaber*. A umidade do ambiente propicia o aparecimento pteridofitas como *Adiantum mathewsianum* e *Hemiomitis tomentosa*, espécies pouco encontradas em outras áreas. *Tillandsia gemniflora* é uma epífita muito característica dessas formações com suas flores púrpuras dando um aspecto muito ornamental.

No presente ponto, as espécies características de áreas perturbadas como *Cecropia pachystachya* e *Croton urucurana* ocorreram apenas nas borda ou em clareiras, o que denota o estado de conservação desse ambiente. É uma área sem grande diversidade de ambientes, mas com grande riqueza de espécies. Muito provavelmente várias espécies dessa mata sejam de grande importância para a alimentação da ictiofauna que tem grandes populações de espécies herbívoras, como *Piaractus mesopotamicus* e *Brycon* sp., além de servir como refúgio para populações da fauna silvestre que tem seus habitats fragmentados pelo desmatamento local.

Os pontos C14 e C15 são áreas de nascentes no riacho Olho D'água e são aqui tratados como um único ponto. Juntos os dois pontos apresentaram 23 espécies, e tratam-se de mata higrófila com estrutura semelhante aquela descrita para o ponto C13, porém com relevo mais plano e menor influência da mata decidua adjacente. Predominam espécies arbóreas associadas a zona de influência da variação do lençol freático como *Ficus insipida*, *Ficus pertusa* e *Cestrum sendtnerianum*. Além disso, é um ambiente propício para o crescimento de plantas aquáticas, pois a velocidade da água é baixa e isso facilita a sua fixação, sobretudo as submersas. A grande biomassa de macrófitas aquáticas é formada

principalmente por espécies submersas como *Heteranthera reniformis* e *Heteranthera zosterifolia*, e outras espécies aquáticas flutuantes como *Eleocharis geniculata* e *Bohemeria cylindrica*. Essas macrófitas propiciam fontes importantes para alimentação e formação dos habitats das espécies da ictiofauna que ali habitam. O número de coletas realizadas não permite fazer uma análise mais detalhada deste ambiente, porém há que se considerar que por se tratar de uma área de nascente é de suma importância a sua conservação. O número de espécies em cada ambiente isoladamente é pequeno, mas quando se considera o conjunto de habitats existentes a riqueza de espécies é alta, pois trata-se de uma área com maior influência da variação do lençol freático.

Todos esses pontos descritos acima para as cabeceiras do rio Miranda são utilizados pelos fazendeiros locais como atração turística e tem a sua conservação garantida graças a sua incorporação no sistema de geração de renda das fazendas.

O ponto C17 é uma área de campo hidromórfico em transição para mata semidecídua, sendo caracterizada por apresentar muitos indivíduos de poucas espécies. Entre as espécies herbáceas *Rhynchospora* cf. *tenuis*, constituia-se como importante componente, e algumas espécies arbustivas (*Myrcianthes pungens* e *Adelia spinosa*) podiam ser observadas em alguns casos cobertas por lianas como *Cissampelus pareira*. Muitos indivíduos de *Cnidosculos phyllacanthus* podiam ser vistos nas áreas de borda próximo à estrada. Esta espécie é citada tipicamente para ambientes de caatinga no nordeste do Brasil. Este ponto apresenta-se bastante degradado e não tem utilização para o turismo. Aparentemente pode ser um ambiente importante por ser um brejo, com características diferentes dos outros ambientes visitados.

O ponto C18 é uma área de mata de galeria em transição para mata semidecídua e tem características semelhantes aquelas descritas para o ponto C13. A área em questão encontra-se mais alterada nas suas bordas, e foram coletadas apenas 6 espécies, mas boa parte das espécies do ponto C13 podiam ser também ali observadas. Apesar de não ser utilizada para o turismo, a área tem potencial como fonte de matrizes para coleta de sementes para recuperação de áreas degradadas.

No ponto C19 existe uma grande variedade de ambientes. É uma área destinada ao turismo com mata de galeria, mata semidecídua (não estudada), brejo, e áreas de nascentes e riachos com grandes concentrações de macrófitas aquáticas. No total foram registradas 36 espécies, sendo que 17 eram aquáticas. As matas de galeria tem estrutura e composição florística semelhantes aquela descrita para o ponto C13, porém com maior influência da variação do lençol freático, por se tratar de um terreno mais plano. Nesse ponto as observações foram realizadas apenas no brejo e no leito dos rios Formoso e Formosinho. No brejo havia uma grande biomassa de indivíduos de *Rhynchospora* sp., com alguns arbustos esparsos tolerantes a inundação, predominando *Erythrina* sp. O brejo aparentemente não era rico em espécies, mas parece ser um ambiente importante dada a sua aparente produtividade. Provavelmente várias espécies da ictiofauna local devem ocupar esses ambientes.

Com relação ao leito do rio que em muitos pontos era contíguo ao brejo, apresentava uma biomassa expressiva de plantas aquáticas. As principais espécies eram *Myriophyllum aquaticum*, macrófita submersa forrando o fundo do leito dos cursos d'água em extensas áreas, *Polygonum hydropiperoides*, macrófita flutuante presente em grande número de indivíduos, além de outras espécies como *Echinodorus ashersonianus* e *Echinodorus macrophyllus*. Trata-se de um ambiente muito rico em espécies aquáticas, sendo o mais diverso de todos os visitados nas cabeceiras, que tem suas áreas protegidas graças ao uso pelo ecoturismo local. Infelizmente as áreas ao redor encontram-se em estado precário de conservação, merecendo atenção das autoridades e usuários, no sentido de elaborar um programa para a sua recuperação.

O ponto C20 caracteriza-se por ser uma mata de galeria em transição para floresta estacional semidecidua, quase que totalmente substituida por áreas de pastagem. A mata em questão tem dossel situado entre 10 e 15m, sendo mais baixo que aquele encontrado no rio da Prata. Nesse ponto foram registradas 19 espécies. O dossel da área em questão apresentava muitos indivíduos de *Guarea kunthiana*, *Tapirira guianensis* e notadamente algumas espécies não encontradas no rio da Prata (Ponto C13), como *Macherium vilosum, Sweetia fruticosa* e *Chionathus filiformis*. Trata-se de uma área medianamente conservada e não utilizada para o ecoturismo e que aparentemente sofreu um empobrecimento pelo uso de seus recursos pelas atividades da fazenda.

O ponto C22 é uma local com córrego de fundo arenoso e cascalho, barranco areno-argiloso, e a mata de galeria cobrindo o leito em muitos pontos. A presente área encontrava-se alterada principalmente próximo à estrada e medianamente conservada no seu interior, na faixa mais próxima a propriedade. O proprietário retirava o sub-bosque para facilitar o transito dentro da mata. O dossel estava a aproximadamente 20 metros. Os registros e coletas realizadas nesse ponto foram poucos, totalizando apenas 6 espécies. Porém a mata tem potencial para conservação e para utilização de suas matrizes em programas de recuperação de matas de Galeria.

O ponto C23 (Ressurgência do rio Formoso), é uma área caracterizada pela presença de um rio com grande quantidade de macrófitas aquáticas, semelhantes aquelas encontradas na Baia Bonita (ponto C19). O relevo é inclinado, com um morro calcário adjacente ao rio. Sobre o morro cresce uma mata semidecídua que praticamente chega até as margens do rio. Muito próximo as margens existem

algumas espécies típicas de mata de galeria como *Myrcianthes pungens*, *Ficus pertusa* e *Eugenia florida*. Entretanto, a maioria das espécies registradas eram típicas de mata semidecídua, como *Averrhoidium paraguaiense*, *Balfourodendron riedelianum*. Embora tenham sido registradas apenas 23 espécies para este ponto, acredita-se que foram amostrados apenas cerca de 1/5 das espécies ali existentes. Trata-se de um ambiente único na região e que precisa ser melhor conhecido. Muitas das espécies encontradas foram registradas apenas neste ponto, como *Caliandra* cf. *foliolosa* e *Pilocarpus pennatifolius*.

O ponto C24 é uma área de mata de galeria bastante descaracterizada, onde foram registrados apenas 6 espécies, das quais *Convolvulus crenatifolius* é típica de ambiente perturbado. A área não apresenta nenhuma característica especial que mereça menção em relação a sua vegetação.
No ponto C26 foram registradas 17 espécies. Semelhante ao que ocorre para o ponto 23, em virtude do tempo disponível, foi possível registar apenas cerca de 1/5 das espécies ali presentes. Muitas das espécies foram encontradas apenas nesse ponto (por exemplo *Fosterela penduliflora* e *Solanum riparium*). O local necessita de mais coletas para que se possa fazer uma análise mais aprofundada da sua importância para conservação. Atualmente a área encontra-se sob fortíssima pressão antrópica, sendo que o desmatamento é acentuado mesmo em áreas de encosta de morro com mais de 45º de inclinação, que são proibidas pela legislação em vigor no Brasil.

Ameaças

Basicamente existem quatro tipos de ameaças iminentes que tem provocado grandes desmatamentos em toda a bacia do Rio Negro e seus afluentes, a saber: atividade extrativista, agrícola, recreativa e pecuarista. Todas estas atividades são intensivas e extensivas, não existindo nenhum sinal aparente de redução deste desmatamento, mesmo existindo toda uma legislação de proteção aos mananciais e cursos de água, principalmente no que se refere a vegetação associada como as matas de galeria, campos úmidos, veredas, e matas semidecíduas ao longo de encostas de córregos, rios e cachoeiras.

Para cada uma das sete unidades definidas, foram constatadas uma ou outra atividade em maior evidência, mas que não são totalmente excludentes ou que podem ser vistas como passos de um processo contínuo, o que acaba aumentando o grau de degradação do meio ambiente. E mesmo dentro de cada unidade definida, existem locais mais intensivamente utilizados e outros menos, verificando-se assim todo uma série de situações ambientais, indo do mais conservado até o totalmente perturbado e degradado.
Nas unidades Negro Superior, Aquidauana Superior, e Taquari Superior, a atividade predominante é a pecuária intensiva, onde praticamente toda a extensão de terra produtiva é transformada em pastagem. Destas três unidades a que se encontra em melhor estado de conservação em termos de vegetação estritamente associada com os cursos de água é a do Negro Superior, enquanto que a com a maior taxa de degradação ambiental é a do Taquari Superior. Os seus cursos de água se encontram bastante assoreados, causando o desmoronamento das suas margens, o que aumenta o grau de perturbação ambiental.

Parte deste assoreamento é provocado pela situação dos mananciais destes cursos de água que se encontram sem nenhuma proteção em uma região agrícola extensiva e intensivamente explorada na porção do "planalto" onde toda a extensão territorial é aproveitada, sendo os remanescentes florestais praticamente inexistentes. Esta degradação ambiental ainda é reforçada pelas atividades extrativistas de madeira, onde diversas áreas de encostas estão totalmente ou praticamente sem cobertura vegetal, e possivelmente por contaminação de agrotóxicos de suas águas, cujos prejuízos para o meio ambiente somente podem ser avaliados utilizando metodologias toxicológicas específicas.
Em diversos locais amostrados na parte superior do Negro, Aquidauana e Taquari, a pastagem atinge as margens dos córregos e rios, e as matas de galeria ou encontram-se totalmente degradadas, com apenas alguns indivíduos de espécies sucessionais mais avançadas, ou em estado de empobrecimento genético e específico, com quase a totalidade das espécies tipicamente secundárias.

Por outro lado, na unidade Miranda Superior, a atividade predominante também é a pecuária, com um menor grau de devastação da cobertura vegetal, mas mesmo assim com o estabelecimento de pastagem entre a vegetação marginal dos cursos de água e a vegetação sobre as áreas de afloramentos do calcáreo dolomitizado ou serras. A pecuária vem sendo substituída ou complementada por atividade recreativa devido a vocação para o ecoturismo da região, sendo que nos últimos cinco anos passaram a existir diversos projetos de iniciativa particular para a preservação, conservação ou recuperação dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados, que vem e podem vir a contribuir para a manutenção e melhoria da qualidade ambiental.

Entretanto, estas atividades recreativas devem ser muito bem planejadas de acordo com critérios estritamente técnicos de capacidade de suporte dos ecossistemas locais. Caso não, poderão causar, a médio prazo, uma possível degradação ambiental, por se tratar de ecossistemas frágeis e instáveis, como por exemplo as matas semidecíduas que ocorrem nos morros da região.

A situação da perda de cobertura vegetal na região é amenizada pelo fato de que provavelmente as nascentes dos inúmeros afluentes dos principais rios ainda estão protegidas por vegetação nativa que foram observadas nas encostas das serras de Maracaju, dos platos da região de Costa Rica e de Bodoquena, provavelmente os locais melhor preservados. Isto deve ser visto como uma consideração regional e não

situações locais que por algum motivo tiveram boa parte de sua vegetação preservada.

Como prováveis atividades que podem ameaçar ainda mais a vegetação podemos citar a exploração de minerais ao longo da Serra da Bodoquena, principalmente na sua porção mais ao norte perto da cidade de Bodoquena, o uso das encostas das serras com a introdução de outras raças de gado adaptadas a este tipo de relêvo, e a exploração desordenada do ecoturismo de cavernas nos arredores da cidade de Bonito.

Consequências para a vegetação

a) Desaparecimento de espécies de distribuição restrita
b) Diminuição do tamanho das populações e da diversidade genética
c) Redução da diversidade específica
d) Aumento do efeito de borda sobre as matas de galeria, semidecíduais e deciduais
e) Fragmentação de habitats

RECOMENDAÇÕES POTENCIAIS

- Cumprimento da legislação ambiental em vigor, com maior rigor na fiscalização;

- Planejamento da implementação das áreas de reserva legal, sempre que possível, adjacentes às áreas de matas ciliares, de forma a minimizar a fragmentação dos hábitats;

- Reflorestar com espécies nativas as propriedades que não possuem área de reserva legal e que desmataram áreas de preservação permanente;

- Promover o uso de técnicas adequadas de conservação de solo;

- Redução do uso de agrotóxicos por meio de técnicas de controle integrado de pragas;

compatibilização das necessidades humanas e não humanas

- Incentivar e promover de maneira adequada, atividades de ecoturismo nas áreas de potencial cênico de todas as unidades visitadas;

- Incentivar a implantação de reservas particulares nas propriedades rurais;

- Incentivar o uso de espécies nativas do cerrado na agricultura;

OPORTUNIDADES PARA CONSERVAÇÃO

Todas as áreas com beleza cênica e riqueza florística alta, como por exemplo o rio do Peixe, corredeiras do alto rio Negro, áreas de morraria próximas à cidade de Costa Rica e criação de uma unidade de conservação no alto Miranda (Serra da Bodoquena) que inclua matas ciliares, áreas planas e áreas de morraria.

Pesquisas Futuras

- Realizar levantamentos florísticos intensivos, nos locais preservados das áreas mais impactadas a fim de subsidiar o processo de recuperação das áreas degradadas;

- Identificar e reconhecer áreas de maior diversidade e endemismos;

- Realizar estudos com dinâmica populacional das espécies indicadas para uso na recuperação e manejo;

LITERATURA CITADA

Assis, M.A. 1991. Fitossociologia de um remanescente de mata ciliar do Rio Invinhema, MS. Ph.D. dissertation. Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas. 163 pp.

Castro, A.A.J.F., Martins, F.R., Tamashiro, J.Y., and G.J. Shepherd. 1999. How rich is the flora of brasilian cerrados? Annals of the Missouri Botanical Garden 86:192-224.

Conceição, C.A., and J.E. Paula. 1986. Contribuição para o conhecimento da flora do Pantanal Mato-grossense e sua relação com a fauna e o homem. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal. Pp. 107-130. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Cunha, C.N. 1990. Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé - Mato Grosso. Ph.D. dissertation. Instituto de Biologia, UNICAMP. 133 pp.

Damasceno Júnior, G.A. 1997. Estudo florístico e fitossociológico de um trecho de mata ciliar do Rio Paraguai, Pantanal-MS, e suas realções com o regime de inundação. Masters thesis. Instituto de Biologia, UNICAMP. 115 pp.

Damasceno Júnior, G.A., M.A.O. Bezerra, I.M. Bortolotto, and A. Pott. 1999. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal. Pp. 203-214. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Dias, F.A. 1999. Reflexão sobre o uso da terra da área de proteção ambiental dos mananciais do córrego Guariroba, Campo Grande/MS: uma proposta de reordenamento. Ph.D. dissertation. FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo. 121 pp.

Dubs, B. 1998. Prodromus florae Matogrossensis. Küsnacht, Betrona-Verlag. 444 pp.

Guarim Neto, G. 1991. Plantas do Brasil - angiospermas do Estado de Mato Grosso - Pantanal. Acta bot. bras. 5:25-47.

Guarim Neto, G. 1992. Biodiversidade do ecossistema pantaneiro: a vegetação do Pantanal. *In* Congresso Nacional Sobre Essências Nativas. Pp. 106-110. Anais, São Paulo.

Guarim Neto, G., V.L.M.S. Guarim, E.C.C. Moraes, and L.A.D. Ferreira. 1996. Fitossociologia de matas ciliares no Pantanal Mato-Grossense. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica 12:251-263.

Hoehne, F.C. 1923. Phytophysionomia do Estado de Mato Grosso e ligeiras notas a respeito da composição e distribuição da sua flora. Cia Melhoramentos, São Paulo. 94 pp.

Matsunaga, H. and J.R.B. Monteiro. 1995. Caracterização florística e a densidade das espécies lenhosas de floresta ciliar em área de dique geomorfológico em um trecho do Rio Cuiabá, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995, FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 333 pp.

Melo, W.F., G.A. Damasceno Júnior, and R. Culau. 1999. Aspectos preliminares do comportamento alimentar de um grupo de Bugios *Alouatta caraya*. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: Manejo e Consevação. Pp. 341-348. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Monteiro, J.R.B. and G.A. Silva. 1995. Fitossociologia de um trecho de mata ciliar do Rio Bento Gomes, Pantanal de Poconé, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995. FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 333 pp.

Oliveira-Filho, A.T. 1989. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego paciência, Cuiabá, MT. Acta bot. bras. 3:91-112.

PCBAP. 1997. Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai (Pantanal): diagnóstico dos meios físico e biótico. Volume II, Tomo III. Ministério do Meio Ambiente, Dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília. 433 pp.

Pott, A. and V.J. Pott. 1994. Plantas do Pantanal. EMBRAPA, Brasília. 320 pp.

Pott, V.J. and A. Pott. 1997. Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. Acta bot. bras. 112:215-227.

Prance, G. and G.B. Schaller. 1982. Preliminary study of some vegetation Types of the Pantanal, Mato Grosso, Brasil. Brittonia 34:228-251.

Previdello, M.E., M.C. Souza, and M.B. Romagnolo. 1996. Análise da estrutura da mata ciliar em área de colonização natural, ilha Mutum, Rio Paraná, Muc. Taquaruçu, MS. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVII., Nova Friburgo, 1996. Resumos - Nova Friburgo, SBB. 200 pp.

Ratter, J.A., A. Pott, V.J. Pott, C.N. Cunha, and M. Haridasan. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brasil. Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh 45:503-525.

Salis, S.M., V.J. Pott, and A. Pott. 1999. Fitossociologia de formações arbóreas da bacia do Alto Paraguai, Brasil. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: manejo e consevação. Pp 357-380. EMBRAPA, Anais – Brasília, Corumbá.

Sanches, A. da L., I.M. Bortolotto, and G.A. Damasceno Júnior. 1999. Levantamento florístico das macrófitas aquáticas do Rio Paraguai, nas cidades de Corumbá e Ladário-MS. *In* Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos de Pantanal: manejo e consevação. Pp 407-412. EMBRAPA. Anais – Brasília, Corumbá.

Silva Júnior, M.C., J.M. Felfili, P.E. Nogueira, and A.V. Resende. 1998. Análise florística das matas de galeria do Distrito Federal. *In* Cerrado: matas de galeria. Pp. 51 – 84. J.F. Ribeiro (ed.). EMBRAPA, Brasília.

Soares, R.A. and J.R.B. Monteiro. 1995. Composição florística e a distribuição espacial das espécies lenhosas de floresta ciliar em áreas de sedimentação aluvionar do Rio Cuiabá, MT. *In* Congresso Nacional de Botânica, XLVI. Resumos. Ribeirão Preto, 1995. FFCLRP/ Universidade de São Paulo. 318 pp.

Souza-Stevaux, Ma. C. de and J. Cislinski. (in press). Vegetação de um trecho superior do Rio Paraná e seu potencial para reflorestamento. *In* Seminário Regional de Ecologia, VIII, São Carlos, 1996. Anais - São Carlos, UFSCar.

Veloso, H.P. 1947. Considerações gerais sobre a vegetação do Estado de Mato Grosso. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 45:253-272.

CAPITULO 3

DESCRIÇÃO DA VEGETAÇÃO DO RIO NEGRO. PANTANAL: MATO GROSSO DO SUL, BRASIL. AQUARAP 1998

Robin B. Foster, Vali J. Pott e
Suzana de Salis (drenagem da parte baixa do Rio Negro)

RESUMO ESTATÍSTICO

- Número de espécies: 431 espécies em 111 famílias diferentes (309 táxons identificados ao nível específico, 102 ao nível genérico e 20 somente como família).
- Número de espécies novas: Desconhecido
- Número de novos registros para a área: Quase todos os registros de espécies são novos para a área, uma vez que anteriormente ao Aquarap não existiam coletas anteriores em quase todos os locais amostrados.
- Informações interessantes: Ver o ítem Aspectos Gerais dos Resultados.

SUMÁRIO

- Nos 26 pontos amostrados durante o Aquarap foram coletadas e/ou registradas 431 espécies ou morfo-espécies de plantas vasculares, e todos estes táxons estão sendo citados pela primeira vez para esta região das cabeceiras.
- Do número total de famílias levantadas, 49 ocorrem com apenas uma espécie.
- Estes dados revelam a grande riqueza da flora da região, apesar de diversos pontos amostrados terem um estado de conservação precário, sendo desta maneira urgente a necessidade de programas de levantamento florístico detalhado e de recuperação da vegetação.
- As cabeceiras dos rios Negro e Taquari exibem elementos florísticos comuns entre si, e com as matas ciliares inundáveis do Pantanal nos rios Paraguai e Miranda.
- As cabeceiras dos rios Aquidauana e Taquari possuem matas ciliares bastante degradadas ou totalmente ausentes. Entretanto, exibem outros tipos de vegetação indiretamente associadas com os cursos d'água que provavelmente possuem uma grande riqueza florística ainda a ser estudada, como é o caso das veredas.
- As cabeceiras do rio Miranda exibem uma vegetação rica e distinta das demais cabecerias, provavelmente devido aos habitats únicos desta região. Entretanto, exibem alguns elementos florísticos em comum com as matas semideciduas do Paraguai e Argentina, com as matas decíduas típicas dos "limestones" do Mato Grosso do Sul, e com os capões de mata da região do Abobral e com as cordilheiras da região de Nhecolândia.
- Os grandes desmatamentos que estão ocorrendo em toda a região das cabeceiras estão sendo provocados por atividades extrativista, agrícola, pecuarista e recreativa, não existindo nenhuma ação para minimizar ou reduzir os impactos destas atividades sobre a vegetação.
- Nas unidades Negro Superior, Aquidauana Superior, e Taquari Superior, a atividade predominante é a pecuária intensiva, onde praticamente toda a extensão de terra produtiva é transformada em pastagem.
- A unidade Miranda Superior é a que possui o melhor estado de conservação da vegetação, mas que pode estar ameaçada pela exploração de minerais, pelas atividades agropecuaristas, e pela exploração desordenada do ecoturismo.

DESCRIÇÃO DA REGIÃO

Drenagem da Parte Alta do Rio Negro
Parte alta: Rio do Peixe – montante (N4), Buraco das Araras (N5), Rio Negro – cachoeira (N6).
Parte baixa: Rio do Peixe – jusante (N2), Rio do Garimpo (N3), Rio Negro – jusante (N9) (Mapa 3).

A drenagem da parte alta do Rio Negro desce do planalto central em direção ao Pantanal. Esta área é composta principalmente por rochas arenosas, fundo de leito rochoso, cachoeiras e saltos. As margens dos rios são formadas pelas encostas dos morros adjacentes. Essas encostas – quando não transformadas em pastagens – apresentam predominantemente vegetação típica de cerrado na parte baixa e cerradão na parte mais alta. Ambos, cerrado e cerradão, são fitofisionomias típicas de áreas secas arenosas do sudoeste brasileiro.

Faixas de mata ciliar normalmente crescem ao longo do rio, variando desde uma fileira de árvores e arbustos podendo chegar até 20 m de mata em algumas partes do rio, quando o relevo é encaixado. Isso permite que as árvores tenham acesso às águas do riacho durante todo o ano. *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Hirtella* sp. (Chrysobalanaceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae), e *Inga vera* (Fabaceae-Mimosoideae) são árvores típicas dessas faixas de mata. Algumas espécies distintas de plantas perenes crescem em fendas de rochas no leito do rio e plantas efêmeras crescem em depósitos de areia espalhados sobre a superfície rochosa. Onde o leito rochoso é horizontal ou inclinado em direção oposta ao curso do rio, lagoas marginais se formam e plantas aquáticas se desenvolvem.

Próximo às cachoeiras permanentes, encontram-se plantas destoantes da vegetação do Mato Grosso do Sul. Estas incluem: Begoniaceae, Gesneriaceae, *Centropogon* (Campanulaceae), *Peperomia* (Piperaceae), *Pitcairnea* (Bromeliaceae), muitas pteridófitas e musgos. A distribuição e conservação dessas plantas requerem mais estudos. Duas espécies características da família Podostemonaceae foram encontradas sobre as rochas nas corredeiras. Esta família não foi encontrada na parte baixa do Rio Negro.

Na porção inferior da parte alta da drenagem do Rio Negro, rios meândricos emergem do planalto em direção a planície alagável cortando o leito arenoso do rio e expondo áreas rochosas. Os barrancos formados de solo aluvial são mais férteis e mantém porções de floresta semidecidual. Os meandros propiciam o desenvolvimento de matas ciliares em lados alternados dos riachos. Nas amplas praias encontradas em alguns pontos das margens, crescem pequenas florestas alagáveis como as encontradas no Amazonas, onde está presente a característica *Ficus insipida* (Moraceae). Em locais onde formações como meandros e praias são poucas, crescem florestas alagáveis mais típicas. Espécies características dessa formação vegetal são: *Inga vera, Attalea phalerata* (Arecaceae), *Triplaris americana* (Polygonaceae) e *Cecropia pachystachya* (Cecropiaceae).

As praias mantêm predominantemente uma grande diversidade de espécies herbáceas efêmeras, especialmente gramíneas como a *Brachiaria subquadripara* ou *Acroceras zizanioides* – predominantes em algumas áreas, que toleram alagamento. Algumas destas espécies de praias podem ser consideradas como semi-aquáticas ou pelo menos anfíbias. Plantas aquáticas verdadeiras aparentemente estão ausentes. Os barrancos dos rios são profundos (de 4 a 5 m), apresentando uma grande variação de plantas de encosta, alagáveis e semi-aquáticas. Os barrancos provavelmente têm pouco efeito direto no sistema aquático local, exceto quanto à qualidade da água (parte química) e escoamento de águas das chuvas e de sedimentos.

Drenagem da Parte Média do Rio Negro
Parte alta: Córrego Anhumas (N7), Córrego Corixão (N8).
Parte Baixa: Córrego São Pedro (N21), Fazenda Rio Negro (N14), Corixo Ariranha (N15), Corixo Santo Antônio (N16), Brejo da Santa Sofia - margem (N17), Brejo da Santa Sofia – centro (N18), Baía (N19), Salina (N20).

Depois da confluência com o Rio do Peixe e outros tributários, o Rio Negro se divide em um delta interno anastomótico que filtra sedimentos na água. Posteriormente ele se reencontra formando um único canal, de água mais límpida e mais escura, dividindo a região do Sul do Pantanal A grande planície pantaneira é caracterizada primariamente por sedimento arenoso derivado do arenito do Planalto Central. A areia é "suja", com uma combinação de materiais ricos que se misturam durante as enchentes anuais e irregulares. Devido à natureza intermediária do solo, o cerrado e as matas secas da encosta pantaneira são diferentes de outras áreas tropicais da América. Estas áreas não se caracterizam como savanas de "areia branca" nem de solos tipicamente ricos, nem tampouco como cerradão ou florestas semideciduais típicas.

Em um panorama amplo vemos uma enorme savana alagável inclusa no sul da planície alagável do Rio Negro. O termo "planície alagável" está sendo usado para se referir estritamente ao meandro no qual o rio se move para frente e para trás ao longo dos anos. A cima da junção do Rio Taboco, o Rio Negro é mais estreito. Abaixo, o rio é muito largo, chegando a medir alguns quilômetros de uma margem a outra. Comparada às encostas do norte e do sul, a planície alagável aparece desorganizada (em pequena escala), com um labirinto de diques antigos e meandros abandonados (corixos) em ambos os lados do rio. Essas lagoas marginais da planície alagável (não as vazantes e baías) são de especial importância como um espaço para a reprodução de peixes e macrocrustáceos. Esses também são os sítios com alta densidade de plantas aquáticas. O rio tem ocasionalmente

apenas algumas faixas de fragmentos de *Eichhornia* (Pontederiaceae) presas ao longo dos bancos e poucas espécies de anfíbios nas suas praias. Nessas lagoas marginais, entretanto, as espécies de plantas aquáticas se proliferam em grandes tapetes dominados por espécies emergentes e nas partes profundas, por espécies flutuantes.

Plantas Aquáticas

- Poucas plantas aquáticas submersas foram encontradas, devido à pequena amostragem das baías. As espécies encontradas foram: *Ludwigia inclinata, Cabomba furcata* e *Nitella furcata*. Plantas aquáticas flutuantes incluem: *Limnobium laevigatum, Pistia stratiotes, Salvinia auriculata, Eichhornia crassipes, Azolla filiculoides, Ricciocarpus natans* e *Ceratopteris pteridoides.*

- Plantas aquáticas flutuantes enraizadas incluem: *Eichhornia azurea, Ludwigia sedoides, Ludwigia helminthorrhiza, Pontederia rotundifolia, Paspalum repens, Panicum elephantipes* e *Nymphaea amazonum.*

- Plantas aquáticas emergentes incluem: *Thalia geniculata, Cyperus giganteus, Hygrophila costata, Hyptis lorentziana, Echinodorus paniculatus, Hibiscus furcellatus, Hibiscus sororius, Discolobium pulchellum, Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa, Enydra radicans, Ludwigia nervosa, Ludwigia leptocarpa, Ludwigia lagunae, Ludwigia nervosa, Ludwigia grandiflora* e *Ludwigia elegans*. A última não foi encontrada em ambiente lêntico.

- As praias que ficam expostas apenas quando o nível da água abaixa são cobertas por uma grande diversidade de plantas anfíbias e semi-aquáticas. Essa diversidade é mantida, em parte, pelo forrageamento das capivaras. Um tapete composto de *Eleocharis minima* (Cyperaceae)*, Echinodorus tenellus (*Alismataceae) e *Ludwigia inclinata* (Onagraceae), misturado algumas vezes com outras espécies, principalmente Cyperaceae como *Eleocharis filiculmis, Cyperus odoratus, Cyperus luzulae, Cyperus haspan* e *Cyperus surinamensis* foi encontrado em quase todas as praias rasas. Algumas dessas espécies são efêmeras, outras anfíbias. Praias mais altas normalmente possuem extensos aglomerados de *Polygonum* spp., *Commelina schomburgkiana* ou *Panicum rivulare.*

- Algumas das trepadeiras ocasionalmente encontradas acima das emergentes e herbáceas em praias altas são: *Cissus spinosa, Rhabdadenia pohlii, Mikania scandens, Ipomoea tenera, Funastrum clausum, Odontocarya tamoides, Cayaponia podantha* e *Serjania* sp.

- As plantas aquáticas epífitas, *Utricularia gibba* e *Oxycaryum cubense*, crescem inicialmente em cima de *Salvinia auriculata* e *Eichhornia azurea,* eliminando–as no processo de sucessão e formando tapetes densos, os quais constituem importante habitat para muitos animais aquáticos.

Plantas Lenhosas

A vegetação lenhosa mais baixa dos diques do rio é formada por uma fila de arbustos e árvores de troncos baixos de *Couepia uiti* ou *Licania parvifolia* (Chrysobalanaceae). Acima da Fazenda Rio Negro, *Psidium kennedyanum* (Myrtaceae) se torna uma espécie dominante nas margens do rio. Por algum motivo, *Psidium* desaparece rio abaixo (até a região onde o Rio Abobral e o Rio Vermelho encontram o Negro formando o brejo da parte baixa deste rio).

A floresta que se desenvolve nos diques altos é caracterizada pelo proeminente "Cambará", *Vochysia divergens* (Vochysiaceae), com uma mistura de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) e *Inga vera,* e com um sub-bosque dominado por *Licania parvifolia* e *Garcinia brasiliensis* (Clusiaceae), *Neea hemaphrodita* (Nyctaginaceae), *Erythroxylum anguifugum* (Erythroxylaceae), *Bactris glaucescens* (Arecaceae), poucas Myrtaceae e outras árvores pequenas, arbustos e lianas. A ausência de *Ficus insipida* e *Croton urucurana ,* muito comuns na parte alta da planície alagável, é conspícua, porém espécies pioneiras como *Cecropia* e *Triplaris* são abundantes tanto neste trecho como rio acima.

O Cambará – provavelmente importante espécie de madeira do Pantanal e também com importantes propriedades medicinais – ocorre em abundância, colonizando os campos alagados. No entanto, a sua regeneração na planície é muita falha. Muitos dos indivíduos de grande porte de Cambará da planície (baseado em centenas de árvores observadas) parecem ter morrido recentemente ou estão doentes, apresentando muitos galhos mortos (Fig. 3.1). Isto não acontece nos terraços alagados. Os pássaros aquáticos ocasionalmente usam algumas dessas árvores como ninhais ou poleiros. Normalmente as árvores selecionadas pelos pássaros são as que já estão morrendo, pois apresentam grande quantidade de galhos expostos. Apesar de altas concentrações de guano apressarem a morte de árvores já doentes, os pássaros não são os causadores da mortandade de árvores. Existe aparentemente uma alta mortandade de Cambará na planície alagável. Esta mortandade é provavelmente o resultado de um processo natural, como se uma população de indivíduos que colonizou uma área ao mesmo tempo atingisse a velhice em sincronia (ex. formação extensiva de praia após grande enchente), ou uma epidemia periódica de uma peste ou de uma doença (infestação de membracídeos sugadores de seiva é eminente em muitas árvores). A mortandade também pode estar refletindo alterações na planície alagável, necessitando

maiores investigações.

Uma conseqüência a curto-prazo da mortandade dessas grandes árvores é um aumento temporário em quantidade de poleiros ao longo do rio. No entanto, quando as árvores caem, a floresta desintegrada vira um grande emaranhado de galhos dominados por *Combretum laxum*, resultando em uma área menos atrativa para grandes aves. Estes "pomberais" já ocupam grandes áreas ao longo do rio.

Abaixo da junção com o Rio Taboco, o terraço Pantaneiro no lado norte do Rio Negro é mais alto do que no lado sul. Esta disparidade parece ser causada pelo derrame aluvial do Sul do Rio Taquari dentro da drenagem do Rio Negro durante grandes cheias. As Fazendas de gado ou estâncias estão localizadas principalmente na parte alta (lado norte) do terreno. O terraço do lado norte forma um mosaico ondulado de *cordilheiras* – partes arenosas não atingidas pelas enchentes com vegetação semidecídua ou cerradão (dependendo da qualidade do solo) – alternando com uma alta densidade de baías e salinas e com o baixo número de vazantes contínuas ou cursos d'água com gramíneas. A parte sul do terraço, com exceção da interrupção das planícies alagáveis do Rio Aquidauana e pequenos tributários, é, em comparação, uma savana plana periodicamente queimada, dominada por gramíneas e arbustos de *Curatella* e *Byrsonima*. Este terreno baixo ocasionalmente tem ilhas protegidas das cheias ou *capões* com vegetação tipicamente de floresta baixa semidecídua ou cerradão. A formação de cordilheiras, baías e salinas parece ser característica única da região da Nhecolândia na porção sul do Pantanal, entre o Rio Negro e o Rio Taquari ao Norte. Nenhuma outra área do Pantanal – ou no mundo – tem um sistema topográfico ou ecológico como este.

As baías (lagos sazonais ou lagoas) abrigam grandes concentrações de plantas aquáticas que variam notavelmente no tipo de vegetação aquática de uma para outra. Fatores físicos e químicos obviamente contribuem para essa diferença, como pode ser evidenciado pela dominância de *Paspalum vaginatum*, uma planta de praias oceânicas nas margens arenosas das salinas (lagos de água salgada). Porém grande parte da diferença na vegetação pode ser provavelmente explicada por "efeitos pioneiros", no qual a primeira planta da colônia a se estabelecer domina e impede os avanços de outras espécies – mesmo quando as condições são favoráveis a muitas delas.

Figura 3.1. **O Cambará**, *Vochysia divergens* (Vochysiaceae) é provavelmente a madeira lei mais importante do Pantanal e poder ser visto em abumdância colonizando a planície alagável. A maioria dos indivíduos de maior porte, no entanto, aparentamter movido recentemente ou estão doentes, com muitos galhos pequenos mortos na ãrvore acima. *Foto de R. Foster.*

Drenagem da Parte Baixa do Rio Negro

Rio Vermelho – parte alta (N22), parte média (N23), parte baixa (N24); Rio Abobral – parte alta (N25), parte média (N26), parte baixa (N27); Rio Negrinho – pastos alagados (N28), ponte (N29); Baía, Fazenda Cáceres (N30=C23 27); Baía, Estrada da Manga (N31=C24 28).

Numa porção pantanosa do lado oeste, o Rio Negro se divide; uma parte do rio segue para o sul em direção ao Rio Miranda via Rio Vermelho e Rio Abobral, e a outra parte do rio continua a seguir oeste em direção ao Rio Paraguai. Os rios Vermelho e Abobral não têm drenagem própria. Em muitas formas, eles se assemelham a canais com margens íngremes – e poucas praias ou água parada – com exceção de alguns meandros ocasionais. A vegetação ao longo dos dois rios reflete estabilidade: As praias íngremes e margens são colonizadas principalmente pela lenhosa "sarã", *Alchormea castaneifolia* (Euphorbiaceae) freqüentemente confundida com *Sapium "obtusifolium"*, formando emaranhado de galhos densos, quase impenetráveis, de 4 a 5 metros de altura (*saranzeiro*). Estes emaranhados e os pimenteirais são freqüentemente sobrepostos por uma teia de lianas *Cissus spinosa* (Vitaceae), as quais possuem raízes aéreas penduradas em direção à água, criando a aparência de mangues. Estes, eventualmente são cobertos por *Combretum laxum* (Combretaceae) e outras trepadeiras, formando extensivos pombeirais.

Cambarás (*Vochysia divergens*) podem ser encontrados ocasionalmente nos diques e ocorrem mais freqüentemente em densas colônias de juvenis nos terraços alagados e savanas. Os agregados de árvores mortas nessas colônias de juvenis são poucos, estes quando aparecem, estão concentrados principalmente nos diques. Raros são os lotes de florestas de diques marginais que não foram envoltos por lianas. A composição dos emaranhados de lianas é similar aos encontrados na região média do Rio Negro.

Plantas aquáticas são raras nos sítios da parte alta estudada, com exceção das poucas espécies anfíbias nas pequenas praias. Porém tapetes de plantas aquáticas flutuantes (menos emergentes) são comumente encontrados nos sítios da parte baixa, em braços estreitos do rio onde a água é quase parada. Em contraste, ambos os sítios de coleta

no Rio Negrinho – meandro abandonado e pântano – tinham grandes quantidades de plantas aquáticas flutuantes e emergentes. A pastagem alagada foi o único sítio com *Neptunia prostrata* (Fabaceae-Mimosoideae), onde era a planta dominante. Este sítio também apresentava cordilheira de um lado, dominada por *Tabebuia heptaphylla*, com uma subvegetação densa de *Attalea phalerata* (Acuri). Isto sugere que a pastagem alagada ou é uma baía incipiente, ou uma baía antiga que foi reinvadida.

Rio Taboco
Alta: Córrego São João (N12), Córrego Cerrado (N13)
Meio: Fazenda Taboco (N10), Pântano do Taboco (N11)

Os sítios estudados no Rio Taboco são análogos aos da drenagem do Rio Negro, nenhuma diferença na vegetação foi notada entre as duas drenagens. As duas veredas na parte alta da Bacia do Taboco são pequenas versões das encontradas na parte alta do Rio Negro: riachos ou pântanos de areia sobre arenito, envoltos por cerrado ou floresta semidecídua com uma fileira estreita de árvores (principalmente *Tapirira guianensis*) ao longo das margens, com lotes de plantas aquáticas emergentes como *Pontederia parviflora, Eleocharis interstincta* e *Cyperus corymbosus*. Algumas das espécies distintas encontradas na areia molhada são: *Utricularia pumila, Bacopa salzmannii, Xyris jupicai, Drosera* sp., Eriocaulaceae e *Mayaca fluviatilis*.

O rio quase unificado na Fazenda Taboco é análogo a jusante do Rio Negro, com uma floresta alagável, dominada por *Inga vera*, e pequenas praias, mas também pequenos meandros mortos com *Eichhornia azurea* flutuantes.

O brejo do Taboco é análogo ao da Santa Sofia no meio do Rio Negro, porém com mais terras secas e maiores pressões causadas por rebanhos de gado. Os meandros dos segmentos de riachos depositam sedimentos suficientes para formar diques com arvoredos de *Ficus insipida* e outras espécies de florestas alagáveis. Os meandros mortos têm grandes quantidades das emergentes *Thalia geniculata*, *Cyperus giganteus*, muitas gramíneas e *Polygonum* spp., interrompidos por corixos com aquáticas flutuantes, principalmente *Eichhornia azurea.*

PROPOSTAS DE RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E PESQUISAS FUTURAS

- Próximas às cachoeiras permanentes, onde um vapor d'água envolve a mata, encontram-se plantas destoantes da vegetação do Mato Grosso do Sul. A distribuição e conservação dessas plantas requerem mais estudos.

- A formação de cordilheiras, baías e salinas parece ser característica única da Região da Nhecolândia na porção sul do Pantanal. Entre o Rio negro e o Rio Taquari ao Norte. Nenhuma outra área do Pantanal – ou no mundo – tem um sistema topográfico ou ecológico como este.

- O Cambará – provavelmente a mais importante espécie de madeira de lei do Pantanal e também com importantes propriedades medicinais – ocorre em abundância, colonizando os terraços alagados da savana. No entanto, a sua regeneração na planície é muita falha. Muitos dos indivíduos de maior porte de Cambará da planície (baseado em centenas de árvores observadas) parecem ter morrido recentemente ou estão doentes, com muitos galhos mortos. Isto não acontece nos terraços alagados. A mortandade também pode estar refletindo alterações na planície alagável, necessitando maiores investigações.

- Essas lagoas marginais da planície alagável (não as vazantes e baías) são de especial importância como um espaço para a reprodução de peixes e macrocrustáceos. Esses também são os sítios com alta densidade de plantas aquáticas.

CAPÍTULO 4

LEVANTAMENTO DAS COMUNIDADES BENTÔNICAS DO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL.

Alice Michiyo Takeda, Marcos Callisto Faria Pereira e Francisco Antonio R. Barbosa

SUMÁRIO ESTATÍSTICO

- Um total de 70 taxa de invertebrados bênticos foi identificado. Grande parte dos indivíduos pertence a Ostracoda e Nematoda.
- Foram feitos os primeiros registros no Brasil de algumas espécies de Oligochaeta como: *Pristina synclites, Dero (A.) vagus* e *Nais variabilis.*
- Prostigmata (ácaros aquáticos) ocorreu em todos os ambientes, exceto nas salinas.
- Ninfas de Ephemeroptera foram registradas tanto em ambientes lênticos como lóticos, no entanto, como ocorrem sazonalmente, pode ser que muitas espécies não tenham sido registradas.
- Os solos são compostos de areia principalmente nas partes mais altas dos aluviões e geralmente contêm mais lama nas áreas sujeitas ao alagamento dos rios. A quantidade de matéria orgânica foi relativamente alta.

RESUMO

Levantamentos das comunidades de invertebrados bênticos foram realizados em 15 estações de coleta durante a expedição AquaRAP. Os zoobentos que se alimentam de algas e microorganismos, como Decapoda, Mollusca, Oligochaeta e larvas de Insecta, servem, por sua vez, de presas, especialmente para peixes e outros vertebrados. Inventários faunísticos da parte média e baixa do rio Negro totalizaram 70 taxa. A maior parte dos táxons serão identificados com ajuda dos especialistas de museus e outras universidades. A maior densidade de zoobentos foi observada na estação N17, especialmente de Ostracoda (27.440 indivíduos m^{-2}) e Nematoda (18.570 indivíduos m^{-2}). A menor densidade foi observada na salina, estação N20 (lagoas salinas ou salobras, não sujeitas a alagamento), com 1.923 indivíduos m^{-2}. A baixa densidade foi, provavelmente, devida à condutividade extremamente alta (7.130 mS cm^{-1}).

Algumas espécies, incluindo *Pristina synclites, Dero (A.) vagus* e *Nais variabilis,* foram registradas pela primeira vez no Brasil. Prostigmata (ácaros aquáticos) ocorreu em diferentes ecossistemas, com exceção das salinas. Esse grupo, não tem especialista no Brasil. Ninfas de Ephemeroptera ocorreram tanto em ambientes lênticos como lóticos, porém, a presença de algumas espécies depende muito da estação do ano; *Caenis*, por exemplo, foi registrado em diversas estações de coleta com densidade relativamente alta no período de coleta. Composta de diferentes grupos taxonômicos em diversos substratos, a comunidade bentônica é uma das menos estudadas das comunidades aquáticas, e a do rio Negro não é exceção, sendo necessários mais estudos.

INTRODUÇÃO

Zoobentos compreende diversos grupos taxonômicos de invertebrados, associados a diversos substratos e representam uma das comunidades aquáticas menos estudadas no Brasil. Os zoobentos que se alimentam de algas e microorganismos, como decápodes, moluscos, oligoquetos, larva de insetos, servem de presas especialmente para peixes, mamíferos, como por exemplo, *Nasua nasua* (quati), *Lutra longicaudatus* (lontra) e aves, como *Ajaia ajaia* (colhereiro), *Aramus guarauna* (carão), *Mycteria americana* (cabeça seca) e *Rosthramus sociabilis* (gavião caramujeiro) e outras espécies abundantes na região do Rio Negro. A grande heterogeneidade espacial do Pantanal é devida a uma variedade de hábitats transicionais

entre terra e água, que são colonizados por animais terrestres e aquáticos. O objetivo desse trabalho foi verificar a distribuição espacial de zoobentos no Pantanal.

MÉTODOS

Os organismos zoobênticos foram amostrados em 15 estações de coleta (partes média e baixa do rio negro) no período compreendido entre 26 de agosto e 8 de setembro de 1998 (Tabela 4.1). O material de fundo foi amostrado utilizando um pegador de fundo tipo Petersen modificado (0.0345 m^2). Em cada estação, quatro amostras foram coletadas, três para análises biológicas e uma para análise sedimentológica (granulometria e matéria orgânica).

A textura granulométrica foi determinada de acordo com a escala de Wentworth (Wentworth, 1922). O conteúdo da matéria orgânica foi determinado utilizando-se 10 gramas do sedimento coletado, incinerado a 560°C por 4 horas. As três amostras usadas para análises biológicas foram lavadas com auxílio de uma peneira de 0,2 milimetros, e depois fixadas em formol 10%. As amostras foram analisadas com o auxílio de uma lupa.

Tabela 4.1. Estações de coleta dos macroinvertebrados bentônicos

Estação Georeferencida	Local
Parte Média da Região do Rio Negro	
N15	Corixo da Ariranha
N16	Corixo Santo Antonio
N17	Brejo do Santa Sofia
N18	Rio Novo
N19	Baía Bonita (Fazenda do Rio Negro)
N20	Salina
N21	Rio Negro (braço)
Parte Baixa da Região do Rio Negro	
N22	Fazenda Xaraés –Rio Vermelho
N23	Rio Vermelho
N24	Rio Vermelho (braço)
N25	Rio Abobral
N26	Rio Abobral
N27	Rio Abobral (braço)
N28	Rio Negrinho
N29	Rio Negro

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise sedimentológica

Os depósitos aluviais do Pantanal são em grande parte derivados de erosões de rochas arenosas (Klammer, 1982). A predominância de areia fina foi constante em todas as estações nas partes média e baixa das estações da região do rio Negro, com exceção de N15 e N17, onde areia grossa foi predominante (Fig. 4.1).

Os solos das planícies alagáveis variam mas geralmente contém mais lama nas áreas sujeitas a alagamento. As partes mais altas do aluvião tendem a ser mais arenosas, incluindo muitas áreas sujeitas a alagamento por precipitação (RADAMBRASIL, 1982; Hamilton *et al.,* 1997). Apenas a estação N28 era predominantemente lodosa, provavelmente devido à densa cobertura vegetal.

A porcentagem de matéria orgânica das estações foi relativamente alta, especialmente nas estações N28, devido à alta concentração de macrófitas aquáticas (Fig. 4.2). A quantidade da matéria orgânica dos sedimentos foi semelhante aos registrados para a planície aluvial do rio Paraná como citado por Takeda e Grzybkowska (1997) e Montanholi-Martins e Takeda (1999).

Ocorrência de Zoobentos

Levantamentos faunísticos das partes média e alta do rio Negro resultaram na coleta de 28 de invertebrados, classificados em altos níveis taxonômicos (Tabela 4.2), devido a pouco tempo disponível.

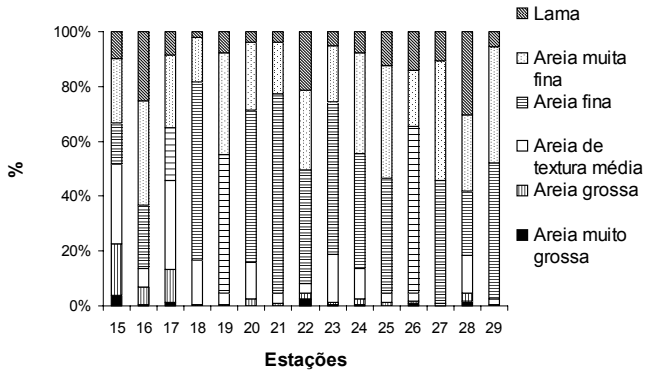


Figura 4.1 Textura Granulométrica.

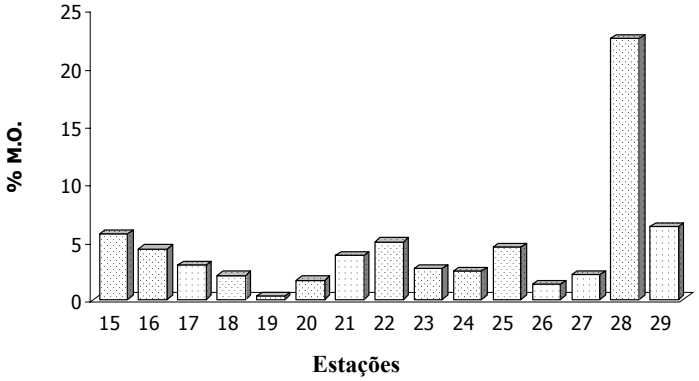


Figura 4.2 Porcentagem de matéria orgânica.

Tabela 4.2. Invertebrados bentônicos encontrados nas partes média e baixa do Rio Negro.

	Estações Amostradas														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Bryozoa		*												*	

A maior densidade de zoobentos foi observada na estação N17 (Mapa 3), especialmente Ostracoda (crustáceo aquático), com 27.440 indivíduos m^{-2}, e Nematoda (18.570 indivíduos m^{-2}). A menor densidade foi observada na estação N20 (Salina – total de 1.923 indivíduos m^{-2}), o que pode ser atribuído à condutividade extremamente alta desses ambientes (7.130 µS cm^{-1}). (Fig. 4.3).

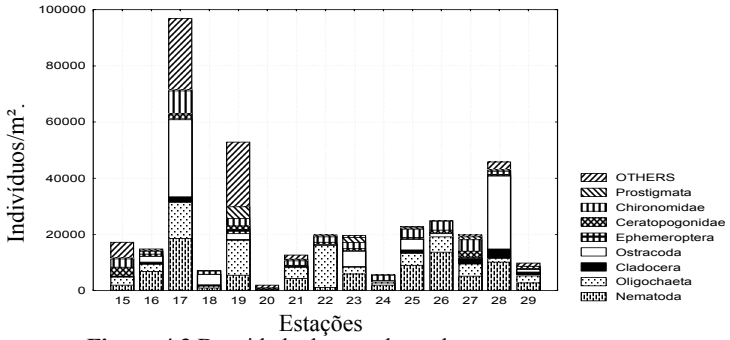


Figura 4.3 Densidade de taxa de zoobentos.

O diagrama de Cluster (Fig. 4.4) demonstra apenas cinco grupos: I, II, III, IV, que correspondem respectivamente às estações N17, N19, N28, N22, e o grupo V agrupando as 11 estações restantes, devido ao fato de a análise envolver apenas a densidade de invertebrados classificados a alto nível taxonômico. Esta análise foi usada para definir grupos de estações semelhantes no diagrama de DCA.

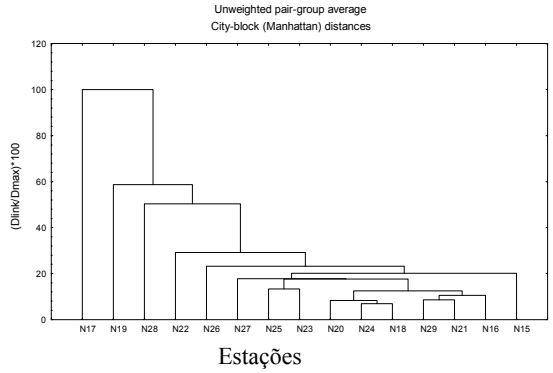


Figura 4.4. Diagrama de Cluster, UPGMA, para semelhanças entre as 15 estações.

A Análise de Correspondência "Detrended" (DCA), com os autovalores 0,404 (eixo 1) e 0,164 (eixo 2), mostrou 5 grupos, formados pela composição taxonômica e sua densidade (Fig. 4.5. A, B).

O grupo A, formado pelo Prostigmata, Ephemeroptera, Cyclopoida, Odonata e Calanoida, caracterizou a baía do rio Negro (lagos ou lagoas, geralmente isolados do sistema do canal principal, exceto durante a época de águas altas). Essa estação, que se encontra isolada do canal principal, abriga diversos táxons com densidades relativamente altas.

A maioria das estações foi agrupada como Grupo B, com a predominância de Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda e Harpacticoida, que são abundantes na maioria dos ambientes.

As estações N17, N18 e N28 (Grupo C) são distintas pois a densidade de Ostracoda foi excepcionalmente alta. A estação N28 apresentou grande quantidade de matéria orgânica, e sendo um ambiente quente, ocorre alto consumo de oxigênio dissolvido, o que não favorece os organismos bênticos. A maioria das espécies de Ostracoda, que são epibênticas, pode escapar de condições de hipoxia do fundo. Além disso, essas condições de hipoxia provavelmente eliminam a maioria dos invertebrados e vertebrados predadores de Ostracoda. Na estação N17, as amostras foram coletadas muito próximas à vegetação, tais como *Polygonum ferrugineum* e *Eleocharis minima*. Nas margens da estação N18, *Panicum elefantipes* foi abundante. A maioria das espécies de Ostracoda está freqüentemente, associada às macrófitas.

A estação N22 (Grupo D) difere das demais devido ao fato de que todos Oligochaeta encontrados eram de *Narapa bonettoi*, uma pequena espécie de oligoqueta sem cerdas, que vive entre os grãos de areia. Essa espécie foi descrita por Righi e Varela (1983) tendo sido encontrada até o momento apenas na bacia do rio Paraná. Marchese (1987) caracterizou *N. bonettoi* como reofílica e psamofílica e observou altas densidades nos canais principal e secundário do médio rio Paraná (Argentina). O mesmo fato, também, foi observado no alto rio Paraná (Brasil) (Takeda & Stevaux, subm.). Segundo Marchese (1994), *N. bonettoi* pode reproduzir- se sexualmente e assexualmente ao mesmo tempo, um fenômeno incomum entre Oligochaeta, mas que pode ser uma estratégia reprodutiva para sobreviver em ambientes com correnteza rápida de sedimentos instáveis.

Apesar de a tabela 4.3 demonstrar apenas os resultados preliminares de identificação, muitas espécies foram registradas. Espécies como *Pristina synclites, Dero (A.) vagus* e *Nais variabilis* foram pela primeira vez registradas no Brasil.

Prostigmata (ácaros aquáticos) ocorrem em diferentes ambientes bênticos (Viets, 1954). Segundo Mitchell (1960), o sucesso da colonização de diferentes ambientes é devido à sua dispersão, tanto no estágio larval como dos adultos, migrando junto com os hospedeiros que podem voar para outros locais. A salina (N20 - lagoa salina ou salobra não sujeita às enchentes sazonais) foi a única estação onde não se registrou espécies de ácaros aquáticos.

As ninfas de Ephemeroptera ocorrem em ambientes lênticos e lóticos, mas sua abundância e freqüência são sazonais (Nolte *et al.,* 1996; Nolte *et al.,* 1997). As ninfas como as do gênero *Caenis*, ocorrem em várias estações em densidades relativamente altas. Na salina (N20), *Baetis* e *Callibaetis* foram observados, sugerindo que as larvas podem suportar condutividades elétricas altas (Tabela 4.5).

Tabela 4.3. Espécies de Oligochaeta encontradas no bentos das partes média e baixa do Rio Negro.

	Estações de coleta										
TAXA	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**
Opistocysta serrata						*			*		
Pristina americana	*		*			***		*	***	*	
Pristina aequiseta						*			*		
Pristina macrochaeta		*									
Pristina proboscidea		*				*			*		
Pristina synclites						*			*		
Stylaria sp.									*		
Dero (*A.*) *borelli*		*				*					
Dero (A.) vagus		*									
Dero (D.) digitata						*			*		
Dero (D.) furcatus									*		
Dero (D.) multibranchiata									*		
Dero (D.) pectinata						*			**		
Dero (D.) righii		*									
Slavina evelinae						*			*		
Slavina trivandrana		*									
Nais variabilis									*		
Stephensoniana trivandrana					*			*			
Blatislavia unidentata		*				*					*
Pristinella longidentata	*					*			*		
Pristinella osborni		*				*					
Aulodrilus adetus		*									
Aulodrilus pigueti			*			*			*		
Bothrioneurum americanum	*				*				*		*
Paranadrilus descolei		*	*								
Narapa bonettoi		****		*			****	**	*		
Brinkhurstia americanus									*		
Enchytraeidae						*				*	

Tabela 4.4. Gêneros Prostigmata (ácaros aquáticos) encontrado no bentos das partes média e baixa do Rio Negro.

	Estações amostradas														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Hydrodroma			*							*					
Limnesia	*	*	*	*	**		*	****	****	*	*		***	*	*
Unionicola		*	*						*		*		**	*	*
Neumania		*	*		*		*		*				*	*	
Koenikea	*	*	*		****		**	*	****	*	*		****	*	*
Arrenurus	*	*	*		*		*		*		*		*	*	
Hydrocetes	*	*	****	*	*		**	*	****	*	**	*	*	***	
Piona	*	*													
Trombidiformes			*						**		*				
Immature	**			*					*		*		*		
Not identified				*			*		**		*		*	*	

Densidade (indivíduos/ m^2)
*(1-100); **(101-200); ***(201-300);****(>300)

Tabela 4.5. Ninfas de Ephemeroptera encontrado no bentos das partes média e baixa do Rio Negro.

	Estações amostradas														
TAXA	**N15**	**N16**	**N17**	**N18**	**N19**	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**
Baetidae	*	*	*	*	****							*			
? Baetis			*			*									
Callibaetis						*									
Cloeodes										*					
Caenis	*		*		****		****	*	*		**	*	*	****	*
Farrodes			*						*						
Campsurus	*		*								*	*	*	*	*
Tricorythodes					*		*	*	*						

Densidade (indivíduos/ m^2)
*(1-100); **(101-200); ***(201-300);****(>300)

CONCLUSÕES

A complexidade ambiental e alta diversidade de organismos são características comuns em ecossistemas tropicais e subtropicais aquáticos e terrestres. Composta de diferentes grupos taxonômicos em diferentes substratos, a comunidade bêntica é uma das menos conhecidas e estudadas de todas as comunidades aquáticas (Takeda *et al.,* 1997). O papel de numerosas espécies de invertebrados bênticos na teia alimentar de ecossistemas tão complexo como Pantanal, é ainda completamente desconhecido. De acordo com Cummins e Merrit (1984), muitas espécies de organismos de ambientes lóticos têm se adaptado através de milhões de anos de evolução e 10.000 ou mais anos de aclimatação. As espécies da planície aluvial do rio Negro não são exceções e mais estudos se fazem necessários.

RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E PESQUISA

- A maioria das estações analisadas possui alta densidade de invertebrados aquáticos. A maior densidade de zoobentos foi observada no brejo da Fazenda Santa Sofia (N17), na baía Bonita (N19) e no rio Negrinho (N28). Algumas estações são ressacos ou brejos, indicando que essas regiões são também, importantes para a conservação da biodiversidade de zoobentos.

- A densidade mais baixa de zoobentos observada na salina (N20), provavelmente, foi devida à condutividade extremamente alta dessa estação. Mais pesquisas são necessárias nas salinas, já que estes são ecossistemas peculiares, porém, pouco conhecidos.

- A comunidade bêntica é composta por diversos grupos taxonômicos, porém, é uma das menos conhecidas e estudadas de todas as comunidades aquáticas no Brasil. As comunidades do rio Negro, não são exceção e, portanto, um maior número de pesquisas é necessário para essa região.

LITERATURA CITADA

Cummins, K.W. and R.W. Merrit. 1984. Ecology and distribution of aquatic insects. *In* An introduction to the aquatic insects of North America. Pp. 59-65. R.W. Merrit and K.W. Cummins (eds.). Kendall/ Hunt. Dubuque, Iowa.

Hamilton, S.K., S.J. Sippel, D.F. Calheiros, and J.M. Melack. 1997. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. Limnology and Oceanography 41:257-272.

Klammer, G. 1982. Die paläowuste des Pantanal von Mato Grosso und die pleistozäne Klimageschiche der brasilianischen Randtropen. Z. Geomorpholo. N.F. 26:393-416.

Marchese, M. R. 1987. The ecology of some benthic Oligochaeta from the Paraná River. Hydrobiologia 155: 209-214.

Marchese, M. R. 1994. Population dynamics of *Narapa bonettoi* Righi and Varela, 1983 (Oligochaeta: Narapidae) from the main channel of the Middle Paraná River, Argentina. Hydrobiologia 278: 303-308

Mitchell, R. 1960. The evolution of thermophilous water mites. Evolution 14:361-377.

Montanholi-Martins, M.C. and A.M. Takeda. 1999. Communities of benthic oligochaetes in relation to sediment structure in the Upper Paraná River, Brasil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 34:52-58.

Nolte, U, M.J. Oliveira, and E. Sturs. 1997. Seasonal, discharge – driven patterns of mayfly assemblages in a intermittent Neotropical stream. Freshw. Biol. 37:333-343.

Nolte, U., R.S. Tieböhl, and W.P. McCafferty. 1996. A mayfly from tropical Brasil capable of tolerating short-term dehydration. Journal of the North American Benthological Society 15:87-94.

RADAMBRASIL. 1982. Project RADAMBRASIL. Sheet SE.21 Corumbá. Geology, geomorphology, soils, vegetation and potential land use [in Portuguese]. Min. Mines Energy, Rio de Janeiro. 448 pp.

Righi, G. and Varela, 1983. *Narapa bonettoi*, gen. nov., sp. nov. (Oligochaeta, Narapidae, Fam. nov.) de água doce da Argentina. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 14:7-15

Takeda, A. M., G. Shimizu, and J. Higuti. 1997. Zoobentos da planície aluvial do alto rio Paraná. *In* A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, químicos, biológicos e sócio-econômicos. A.A Agostinho, A.E.M. Vazzoler, and N.S. Hahn (eds). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Takeda, A.M. and Grzybkowska, M. 1997. Seasonal dynamics and production of *Campsurus violaceus* nymphs (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baía River, upper Paraná River floodplain, Brasil. Hydrobiologia 356:149-155.

Takeda, A.M. & Stevaux, J.C. subm. Effect of hydraulics, bed load grain size and water factors on habitat and abundance of *Narapa bonettoi* (Oligochaeta) of the upper Paraná River, Brazil. Hydrobiologia.

Viets, K. 1954. Süsswassermilben (Hydrachnellae – Acari) aus Südamerika. Archiv für Hydrobiologie 49:1-224.

Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology 30:377-392.

CAPITULO 5

CARACTERIZÃO DA COMUNIDADE DE CRUSTACEOS DECAPODOS DO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Célio Magalhães

SUMÁRIO ESTATÍSTICO

- A fauna de crustáceos decápodos amostrada nas bacias do rio Negro, alto rio Taquari e alto rio Miranda consistiu de dez espécies pertencentes a sete gêneros e duas famílias, sendo uma de camarões (Palaemonidae) e outra de caranguejos (Trichodactylidae);
- Os camarões são das espécies *Macrobrachium amazonicum, M. brasiliense, M. jelskii, Palaemonetes ivonicus, Pseudopalaemon* sp. 1 e *Pseudopalaemon* sp. 2; os caranguejos, das espécies *Dilocarcinus pagei, Sylviocarcinus australis, Trichodactylus borellianus* e *Valdivia camerani*;
- As espécies *Macrobrachium jelskii* e *Palaemonetes ivonicus* são registradas pela primeira vez no Pantanal sul-mato-grossense;
- É descoberta a primeira ocorrência do gênero *Pseudopalaemon* no Pantanal, com a distinção de duas formas que são possivelmente novas (o pequeno número de exemplares coletados, em geral juvenis e imaturos, não permite uma identificação conclusiva);
- Foram também encontradas uma espécie de Conchostraca, um pequeno crustáceo do perifíton, e pelo menos três espécies de Branchiura, parasitando três diferentes peixes, todos carnívoros;
- Uma espécie de crustáceo cavernícola, *Potiicoara brasiliensis* Pires, 1987, uma das três espécies conhecidas da ordem Spelaeogriphacea, e a única descrita para o Brasil, é endêmica da Gruta do Lago Azul, em Bonito (MS).

RESUMO

Foi realizado um levantamento preliminar da fauna de crustáceos decápodos em 59 estações de coleta em quatro rios formadores do Pantanal sul-mato-grossense. O rio Negro foi explorado em 34 estações ao longo de toda a bacia, enquanto que os rios Taquari, Aquidauna e Miranda o foram somente na parte alta das suas respectivas bacias, em respectivamente 8, 3 e 14 estações de coleta. Os habitats amostrados incluíram rio, riacho, cachoeira/corredeira, baía, baía salina, remanso e brejo; os microhabitats pesquisados abrangeram praia, barranco, serrapilheira submersa, vegetação aquática, vegetação marginal, pedral e paulama. As coletas foram somente qualitativas e realizadas com rede de arrasto, rede de mão, armadilhas e manualmente.

Foi encontrado um total de dez espécies, sendo seis de camarões da família Palaemonidae e quatro de caranguejos da família Trichodactylidae. O camarão *Macrobrachium amazonicum* foi a espécie mais freqüente e abundante. Foi descoberta a primeira ocorrência do gênero *Pseudopalaemon* no Pantanal. As espécies *Macrobrachium jelskii* e *Palaemonetes ivonicus* são registrados pela primeira vez no Pantanal sul-amto-grossense. Os habitats e microhabitats explorados mostraram boas condições de preservação, embora diversas áreas apresentaram problemas localizados de degradação ambiental, como desmatamento, assoreamento e queimadas.

INTRODUÇÃO

Os crustáceos decápodos existentes no Pantanal mato-grossense pertencem a duas família de camarões (Palaemonidae e Sergestidae) e uma de caranguejos (Trichodactylidae). Eles integram o que Rodríguez (1981) denominou fauna de terras baixas, que habita os corpos d´água que raramente ultrapassam os 300 m de altitude. Os

decápodos têm grande importância nos processos ecológicos dos ambientes aquáticos. Eles atuam em diferentes níveis na cadeia trófica desses ambientes, seja como herbívoros, predadores, necrófagos ou presas de outros grupos (Beissinger *et al*., 1988; Benetton *et al*., 1990; Goulding e Ferreira, 1984; Magnussen *et al*., 1984; Walker 1987; 1990). Esses crustáceos constituem um grupo de organismos bastante conspícuo no Pantanal sul-mato-grossense, sendo que os camarões representam um importante recurso alimentar para peixes carnívoros dessa região (Resende *et al*., 1996).

A fauna de camarões e caranguejos do Pantanal mato-grossense é pouco conhecida. A literatura é escassa e os poucos registros existentes são, na sua maioria, baseados em coletas esporádicas e antigas. As raras informações sobre a ocorrência de decápodos na área estudada neste AquaRAP são as oferecidas por Gomes-Corrêa (1977), sobre o registro do camarão *Macrobrachium amazonicum* para o rio Miranda, e por Magalhães (1991) e Magalhães e Türkay (1996), sobre a ocorrência de caranguejos Trichodactylidae na bacia desse mesmo rio. No Pantanal e entorno, existem as citações de *M. amazonicum* para o rio Paraguai, em Cáceres e em Descalvado (Moreira, 1912; Holthuis, 1952, respectivamente) e de *M. brasiliense* para Cuiabá (Nobili, 1901) e Nioaque (Lemos de Castro, 1985). Zwink (1990) assinalou os camarões *M. brasiliense, M. jelskii* e *Palaemonetes ivonicus* para o sudoeste do estado do Mato Grosso, numa área que abrange o norte do Pantanal e as cabeceiras dos seus formadores. Os registros de caranguejos Trichodactylidae nessa área são encontrados em Zwink (1990), Magalhães (1991), Rodríguez (1992) e Magalhães e Türkay (1996).

A expedição AquaRAP à bacia do rio Negro e região de cabeceiras do Pantanal sul-mato-grossense realizou uma das coleções mais abrangentes e sistemáticas da fauna de crustáceos decápodos já efetuada no Pantanal, sendo o primeiro levantamento desse grupo para a região estudada. Os seus resultados serão de grande valia para um melhor conhecimento da composição e distribuição das espécies desse grupo na bacia do rio Paraguai, além de oferecer importantes subsídios para a avaliação geral da bacia do rio Negro em termos de medidas conservacionistas e utilização sustentada dos recursos naturais da região.

MÉTODOS

As coletas foram realizadas entre os dias 26 de agosto e 9 de setembro de 1998 por duas equipes: uma equipe de carcinologia amostrou em diversas estações ao longo da bacia do rio Negro, enquanto outra equipe, de ictiologia, trouxe amostras das regiões de cabeceiras de alguns dos rios formadores do Pantanal sul-mato-grossense (parte alta do curso dos rios Taquari, Aquidauna e Miranda). As estações de amostragem foram reunidas em sete grandes áreas, denominadas unidades biológicas, descritas sucintamente abaixo.

Lista das áreas de coleta (unidades biológicas):

Alto Taquari

Rios e riachos da bacia do rio Taquari, na região circunvizinha ao município de Costa Rica. Área de planalto, com riachos de margens definidas e presença de mata ciliar, com corrente moderada a forte, de fundo arenoso e pedregoso, vegetação marginal de gramíneas avançando para o leito do corpo d'água.

Alto Aquidauana

Rios e riachos da bacia do rio Aquidauna próximos aos municípios de Corguinho e Aquidauana. Área similar a anterior.

Bodoquena (Alto Miranda)

Rios e riachos da bacia do rio Miranda, ao longo da Serra da Bodoquena, nos municípios de Bonito e Bodoquena. Área similar as anteriores, rios de águas transparentes, alcalinas, correnteza moderada a forte, de fundo arenoso e com pedras, seixos e emaranhados de galhos e troncos caídos; margens definidas, mata ciliar presente; vegetação marginal (gramíneas) avançando sobre a água e presença de vegetação aquática submersa e flutuante.

Alto Rio Negro

Rios próximos à cidade de Rio Negro, no limite leste da planície pantaneira. Rios de planalto, meândricos, de largura variável, presença de cachoeiras e corredeiras; margens bem definidas, alternando barrancos e praias; fundo de leito rochoso (com pedras e cascalhos) a areno-lodoso; águas claras a escuras, correnteza moderada a forte. Presença de vegetação ciliar, com áreas eventualmente perturbadas; vegetação marginal (gramíneas) avançando sobre a água e presença de pequenos bancos de serrapilheira submersa e de vegetação aquática submersa e flutuante.

Médio Rio Negro

Unidade subdividida em duas áreas descontínuas, já no interior da planície pantaneira. Abrangeu: (a) rios meândricos, de margens definidas, alternando barrancos, praias e remansos, fundo em geral areno-lodoso; águas claras a escuras, correnteza fraca a moderada. Presença de vegetação ciliar, com áreas eventualmente perturbadas; vegetação marginal (gramíneas) avançando sobre a água e presença de bancos de serrapilheira submersa e de vegetação aquática submersa e flutuante; (b) brejos, com áreas alagadas de extensão variável, apresentando vegetação aquática, enraizada e flutuante, abundante; águas claras a escuras, correnteza fraca; fundo arenoso e lodoso, com presença de grande quantidade de detritos vegetais.

Baixo Rio Negro

Rios e áreas pantanosas nas proximidades da localidade Passo do Lontra, ao longo da rodovia entre Nhecolândia e a BR-262, abrangendo também parte da bacia do baixo rio Miranda. Área com rios e brejos semelhantes aos descritos na unidade anterior.

Taboco

Rios e riachos na área da Fazenda Taboco e na rodovia entre Cipolândia e Rio Negro, ao longo do bordo leste da transição entre o planalto e a planície pantaneira. Riachos pequenos, ao longo de matas de galeria, com leito rochoso e vegetação aquática enraizada; rio meândrico, de margens definidas, alternando barrancos, praias e remansos, semelhantes aos descritos acima, porém com algumas áreas marginais alagáveis de extensão variável, com grandes bancos de vegetação aquática enraizada e flutuante.

Habitats e microhabitats explorados

As coletas foram realizadas em sete distintos habitats, de acordo com suas características hidrológicas e geomorfológicas: rio, riacho, cachoeira/corredeira, baía (corpo d'água normalmente isolado, que se conecta ao rio somente durante o período de cheia – em alguns casos, somente nas grandes enchentes), baía salina, remanso (pequena laguna constituída por um braço lateral do rio, de águas tranquilas e normalmente ligado ao mesmo por uma pequena passagem ou canal), brejo ou charco (áreas planas, com depressões suaves, de extensão variável, correnteza fraca ou ausente, e com abundante vegetação aquática enraizada e flutuante).

Nesses habitats, os principais microhabitats explorados foram: praias (fundo arenoso ou lodoso), barrancos marginais, serrapilheira submersa, vegetação aquática (em especial, as raízes de macrófitas flutuantes), vegetação marginal (porções de gramíneas marginais pendentes sobre a água), pedral (amontoado de rochas e pedras no leito e margens dos corpos d'água) e paulama (emaranhado de paus constituídos por troncos e galhos mortos submersos ou expostos, próximos à linha d'água).

Protocolo de coleta

Os aparelhos de coleta utilizados foram a rede de arrasto pequena (cerca de 5 m de comprimento por 2 de altura na parte central; tamanho de malha: 5 mm), rede de mão (tamanho de malha: 2 mm) e armadilhas. Coletas manuais, com o auxílio de lanternas, foram eventualmente feitas à noite para a captura de caranguejos em áreas marginais e em brejos; coletas de microcrustáceos do perifíton e de crustáceos parasitas também foram feitas manualmente, com o auxílio de uma pinça. As coletas foram puramente qualitativas, sem qualquer padronização de esforço.

Os espécimes foram fixados e conservados em álcool etílico 70%. A identificação dos espécimes foi realizada com o auxílio das descrições oferecidas por Holthuis (1952), Gomes-Corrêa (1977), Kensley e Walker (1982), Rodríguez (1992) e Magalhães e Türkay (1996). A maioria do material coletado será depositado na coleção de crustáceos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Manaus, AM), mas amostras representativas serão destinadas ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, da EMBRAPA (Corumbá, MS) e à coleção zoológica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (Campo Grande, MS). (Apêndices 5, pajem 287, apresenta os crustáceos (decápodes) encontrados durante a expedição e de cada espécie, são dadas breves informações sobre hábitat, micro-hábitat, distribuição geográfica geral, ocorrência no Pantanal e áreas vizinhas e outras observações gerais.)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Unidades Biológicas

ALTO TAQUARI

Dados Biológicos

- Diversidade: Apenas uma espécie de camarão foi coletada (*Macrobrachium brasiliense*) (Tabla 5.1). Embora uma menor riqueza de espécies em áreas de cabeceiras seja esperada, a presença de apenas uma espécie não significa necessariamente que a fauna de crustáceos decápodos seja tão reduzida. É muito provavel que o curto tempo de cada coleta, a hora da coleta (período diurno, quando esses crustáceos são mais ativos à noite), fatores sazonais não determinados e o método de captura utilizado (apenas rede de arrasto) tenham prejudicado uma amostragem mais abrangente do grupo.
- Habitat/microhabitat: A coleta foi realizada em riacho de fundo arenoso, com paulama e vegetação marginal (Tabla 5.2).
- Condições atuais: Idem comentário anterior.

Implicações para conservação

Sem elementos para avaliação em termos de ameaças e conseqüências para a fauna de decápodos, oportunidades para conservação e recomendações potenciais. Entretanto, a análise realizada pelo grupo Ictiologia-Cabeceiras poderia ser aplicada também aos crustáceos, tendo em vista a semelhança dos habitats ocupados por esses grupos.

Tabela 5.1. Distribuição de crustáceos decápodos de acordo com as regiões amostradas.

Taxa	Região da Amostragem						
	Parte Alta Rio Taquari	Parte Alta do Rio Aquidauana	Bodoquena (Parte alta do Rio Miranda)	Parte Alta do Rio Negro	Parte Média do Rio Negro	Parte Baixa do Rio Negro	Taboco
Familia Palaemonidae							
Macrobrachium amazonicum				■	■	■	■
Macrobrachium brasiliense	■						■
Macrobrachium cf *jelskii*							■
Palaemonetes ivonicus					■		
Pseudopalaemon sp.1					■	■	
Pseodopalaemon sp.2			■	■		■	■
Familia Trichodactylidae							
Dilocarcinus pagei					■	■	■
Sylviocarcinus australis			■	■	■		■
Trichodactylus borellianus					■	■	■
Valdivia camerani					■		
Número total da espécies	**1**	**-**	**2**	**3**	**7**	**5**	**7**

Tabela 5.2. Distribuição de Crustáceo decápodos de acordo com habitats e microhabitats amostrados

Taxa	Amostragem do habitat							Amostragem do microhabitat						
	Rio	Córrego	Cachoeria	Baía	Brackish water bay	Remanso	Brejo	Praia	Rego	Folhagem	Vegetação acuatica	Vegetação margem	Substrato rochoso	Escombros de madeira
Familia Palaemonidae														
Macrobrachium amazonicum	■			■		■	■	■			■	■		
Macrobrachium brasiliense	■	■								■	■	■	■	■
Macrobrachium jelskii	■										■	■		
Palaemonetes ivonicus							■				■			
Pseudopalaemon sp. 1						■				■	■			
Pseudopalaemon sp. 2	■					■				■	■	■		
Familia Trichodactylidae														
Dilocarcinus pagei						■	■				■			
Sylviocarcinus australis	■	■				■	■	■	■		■			■
Trichodactylus borellianus	■					■	■			■	■			■
Valdivia camerani	■													■

Quanto à necessidade de estudos futuros, sugere-se que um inventário detalhado e estudos sobre a biologia e a ecologia das espécies de crustáceos decápodos, que são inexistentes para o Pantanal, sejam estimulados por meio de programas de fomento à pesquisa no âmbito das instituições regionais (UFMS, EMBRAPA, Universidades privadas).

PARTE ALTA DO AQUIDAUANA

Dados biológicos:

Apesar do esforço de coleta empregado pela equipe Ictiologia-Cabeceiras, nenhum exemplar de crustáceos decápodo foi coletado nessa região.

Implicações para conservação

Sem elementos para avaliação em termos da fauna de crustáceos.

BODOQUENA/PARTE ALTA DO UPPER MIRANDA

Dados biológicos

- Diversidade: Duas espécies de camarão (*Macrobrachium brasiliense* e *Pseudopalaemon* sp. 2) e uma de caranguejo (*Sylviocarcinus australis*) foram coletadas (Anexo 1). As mesmas considerações sobre limitações da coleta feitas acima podem ser aplicadas aqui. Embora não tenha sido coletado neste levantamento, é importante ressaltar que um pequeno crustáceo cavernícola, *Potiicoara brasiliensis*, a única espécie da ordem Spelaeogriphacea descrita para o Brasil, e uma das três espécies até agora conhecidas, é endêmica dessa região, ocorrendo apenas na Gruta do Lago Azul (Pires, 1987).

- Produtividade/Qualidade: Tomando-se por base o relato do esforço de coleta empreendido pela equipe Ictiologia-Cabeceiras, esta região parece apresentar uma maior produtividade que as regiões de cabeceiras dos rios Taquari e Aquidauana. É possível que, entre outros fatores, a maior riqueza de cálcio das águas dessa região favoreça o desenvolvimento das populações desses crustáceos.

- Habitats/microhabitats: Os decápodos foram coletados em rios e riachos (Tabla 5.2); não há informações específicas feitas pela equipe Ictiologia-Cabeceiras sobre a utilização dos microhabitats.

- Condições atuais: Faltam elementos para avaliação.

Implicações para conservação

Sem elementos para avaliação em termos de ameaças e conseqüências para a fauna de decápodos, oportunidades para conservação e recomendações potenciais. Entretanto, a análise realizada pelo grupo Ictiologia-Cabeceiras poderia ser aplicada também aos crustáceos, tendo em vista a semelhança dos habitats ocupados por esses grupos. Quanto à necessidade de estudos futuros, sugere-se que um inventário cuidadoso e detalhado dessa fauna seja realizado. Face à peculiaridade da geomorfologia e hidrologia da região, com grande número de grutas e rios com águas de composição química distinta da do restante da região, é possível que a fauna de crustáceos seja mais diversificada e particular do que a que foi verificada neste levantamento preliminar.

PARTE ALTA DO RIO NEGRO

Dados biológicos

- Diversidade: Duas espécies de camarão (*Macrobrachium amazonicum* e *Pseudopalaemon* sp. 2) e uma de caranguejo (*Sylviocarcinus australis*) foram encontradas (Tabla 5.1). As limitações de amostragem descritas anteriormente podem ter limitado a avaliação da riqueza específica dessa região. É o caso, por exemplo, da ausência de *M. brasiliense*, uma espécie comum em habitats típicos de áreas de cabeceiras. É interessante ressaltar a ausência de decápodos nas coletas realizadas nas áreas de cachoeiras e corredeiras de rios da região.

- Produtividade/Qualidade: O número de exemplares capturados sugere uma baixa produtividade nos ambientes explorados. Porém, essa baixa produtividade pode estar relacionada a fatores como: (i) sazonalidade: a época de vazante não é a mais propícia para o desenvolvimento das populações de camarões/caranguejos, quando há uma retração espacial dos habitats e da oferta alimentar disponível, e um aumento da predação; (ii) qualidade da água: ambientes mais ácidos normalmente não são ideais para o desenvolvimento de grandes populações desses crustáceos.

- Habitats/microhabitats: Coletou-se em rios, riachos e cachoeiras/corredeiras. Os crustáceos foram encontrados na vegetação marginal (Tabla 5.2). A exploração de outros microhabitats, inclusive alguns microhabitats crípticos, como os oferecidos pela paulama (buracos e fendas em troncos e galhos podres submersos) e pedral (fendas e espaços sob e entre pedras e cascalhos do fundo) não revelou nenhum decápodo.

- Condições atuais: Os habitats ocupados pelos crustáceos, de uma maneira geral, apresentaram-se em boas condições de preservação. Porém, verificou-se áreas com alterações da vegetação ciliar e com assoreamento do leito.

Implicações para conservação

- Ameaças e conseqüências: As ameaças mais significativas ao ambiente aquático, que poderiam influenciar a comunidade de decápodos, são o desmatamento da vegetação ciliar e o assoreamento do leito dos rios e remansos. Isso causaria uma diminuição ou limitação dos microhabitats disponíveis, prejudicando o desenvolvimento das populações. Com a diminuição espacial desses microhabitats, ficaria limitada a oferta de substrato para abrigo dos camarões/caranguejos, bem como a oferta alimentar disponível no folhiço e na vegetação aquática.

- Oportunidades para convervação e recomendações: A região apresenta potencial para ecoturismo, devido ao número e beleza cênica das cachoeiras. Recomenda-se o desenvolvimento de um programa orientado e controlado de turismo ecológico, acompanhado da intensificação da fiscalização da legislação que protege as áreas de vegetação ciliar e de um estímulo a campanhas de educação ambiental que contribuam para conscientizar as populações locais da importância das áreas de cabeceiras.

- Necessidades de estudos futuros: Detalhamento deste inventário faunístico preliminar. Além disso, poderiam ser estimulados estudos visando a recuperação (reflorestamento) das áreas já degradadas.

MÉDIO RIO NEGRO

Dados biológicos

- Diversidade: Três espécies de camarões (*Macrobrachium amazonicum, Palaemonetes ivonicus* e *Pseudopalaemon* sp. 1) e quatro de caranguejos (*Dilocarcinus pagei, Sylviocarcinus australis, Trichodactylus borellianus* e *Valdivia camerani*) ocorreram nesta região (Tabla 5.1), sendo que *P. ivonicus* e *V. camerani* foram assinalados somente aqui. Além desses decápodos, foram também encontrados espécimes de Conchostraca em raízes de macrófitas flutuantes (*Eichhornia* spp.) e de crustáceos da subclasse Branchiura (*Dolops* spp.), parasitando os peixes *Salminus maxillosus* (dourado) e piranha (*Pygocentrus nattereri*). As limitações de coleta já mencionadas também são válidas para esta região.

- Produtividade/Qualidade: A maioria dos ambientes explorados evidenciou uma produtividade relativamente baixa, à exceção das baías normais, onde pode ser considerada como mediana. Os mesmos fatores relacionados à sazonalidade e à qualidade da água poderiam ser os responsáveis por essa baixa produtividade. As baías, com águas calmas e grandes áreas de vegetação aquática flutuante, ofereceriam condições favoráveis ao desenvolvimento das populações de *M. amazonicum*, uma espécie de camarão mais associada a ambientes lênticos.

- Habitats/microhabitats: Os habitats explorados foram os rios, riachos, remansos, baías, baía salina e brejos. Crustáceos foram encontrados nos microhabitats formados pela vegetação marginal, vegetação aquática, serrapilheira submersa, paulama, praia e barranco marginal (Tabla 5.2). Os crustáceos parasitas foram encontrados na cavidade branquial dos peixes hospedeiros. Nenhum crustáceo foi encontrado nas baías salinas exploradas.

- Condições atuais: De uma maneira geral, os habitats ocupados pelos crustáceos apresentaram-se em boas condições de preservação. Algumas áreas apresentaram evidências de desmatamento marginal e de queimadas.

Implicações para conservação

- Ameaças e conseqüências: Possíveis ameaças à fauna de decápodos seriam o desmatamento da vegetação ciliar e o assoreamento do leito de rios e baías, bem como a realização de queimadas ao longo das áreas marginais. A continuação e intensificação dessas atividades poderiam oferecer um perigo a médio e longo prazo para a conservação das populações de camarões e caranguejos, tendo em vista a destruição ou limitação dos seus microhabitats. Particularmente prejudicial seria a degradação de baías e áreas de remanso, onde há maior desenvolvimento da vegetação aquática flutuante e onde tende a se concentrar uma maior biomassa de camarões e caranguejos.

- Oportunidades para conservação e recomendações: A grande área inundável formada pelo brejo de Santa Sofia oferece condições muito favoráveis de produtividade e diversidade de crustáceos decápodos, devido a grande área de vegetação aquática e remansos. Se tais condições forem também válidas para outros grupos taxonômicos, essa seria uma área que mereceria atenção especial em termos de eventuais medidas preservacionistas.

- Necessidades de estudos futuros: Detalhamento do inventário faunístico e estudo da biologia das espécies.

BAIXO RIO NEGRO

Dados biológicos

- Diversidade: Três espécies de camarões (*Macrobrachium amazonicum, Pseudopalaemon* sp. 1 e *Pseudopalaemon* sp. 2), e duas de caranguejos (*Dilocarcinus pagei* e *Trichodactylus borellianus*) foram encontradas (Tabla 5.1). Ainda não é possível uma identificação conclusiva dos espécimes de *Pseudopalaemon* spp. devido ao pequeno número de exemplares, e pelo fato de serem, na sua maioria, indivíduos juvenis ou imaturos. Uma espécie de crustáceo (subclasse Branchiura) ectoparasita de peixes foi coletado em traíra (*Hoplias malabaricus*). As limitações de coleta já mencionadas também são válidas para esta região.

- Produtividade/Qualidade: A maioria dos ambientes explorados evidenciou uma produtividade relativamente baixa. Os mesmos fatores relacionados à sazonalidade e à qualidade da água poderiam ser os responsáveis por essa baixa produtividade.

- Habitats/microhabitats: Coletou-se em rios, remansos e brejos. Os crustácoes foram encontrados nos micro habitats de vegetação aquática (principalmente raízes de *Eichhornia* spp.), serrapilheira submersa, paulama (inclusive em fendas e buracos de troncos podres submersos e expostos, próximo à linha d'água) e praia areno-lodosa (Tabla 5.2).

- Condições atuais: De uma maneira geral, os habitats ocupados pelos crustáceos apresentaram-se em razoáveis condições de preservação. Algumas áreas apresentaram evidências de desmatamento marginal, sendo que no brejo do rio Negrinho notou-se que a área de pastagens avançava até o corpo d'água, sem presença significativa de vegetação marginal ou mesmo de mata ciliar.

Implicações para conservação

- Ameaças e conseqüências: Similares às relatadas para as regiões discutidas acima.
- Oportunidades para conservação e recomendações: Semelhantes às oferecidas acima. Salienta-se, entretanto que a região do baixo rio Negro apresenta uma forte atividade de pesca recreativa, sendo que a procura por isca viva por parte dos turistas gerou uma atividade econômica em pequena escala. Uma das iscas procuradas para a pesca do pintado (*Sorubim* sp.) é o caranguejo *Dilocarcinus pagei*. Embora a captura de espécimes no meio ambiente não represente um risco ao estoque natural, a eventual criação dessa espécie em pequena escala por parte de populações locais poderia fornecer uma fonte de renda adicional às mesmas.
- Necessidades de estudos futuros: Semelhante ao exposto acima. Ademais, recomenda-se que estudos específicos sobre a reprodução e criação do caranguejo *Dilocarcinus pagei* sejam estimulados, a fim de repassar a técnica para eventuais interessados em seu cultivo.

TABOCO

Dados biológicos

- Diversidade: Esta foi uma das regiões que apresentou a maior diversidade de espécies, com quatro de camarões (*Macrobrachium amazonicum, M. jelskii, M.brasiliense* e *Pseudopalaemon* sp. 2) e três de caranguejos (*Dilocarcinus pagei, Sylviocarcinus australis* e *Trichodactylus borellianus*). Uma das espécies de camarão, *M. jelskii*, ocorreu somente nesta região (Anexo 1), embora os habitats e microhabitats explorados não se diferenciassem significativamente dos explorados nas demais regiões. As limitações de coleta já mencionadas também são válidas para esta região.
- Produtividade/Qualidade: A maioria dos ambientes explorados evidenciou uma produtividade relativamente baixa. Os mesmos fatores já mencionados, relacionados à sazonalidade e à qualidade da água, poderiam ser a causa dessa baixa produtividade.
- Habitats/microhabitats: Foram explorados rios, riachos, remansos, baías e brejos. Os microhabitats dos crustáceos foram a vegetação aquática, serrapilheira submersa, paulama (inclusive buracos e fendas de troncos podres submersos), praia arenosa, praia lodosa e barranco marginal. Os riachos amostrados nessa região não apresentaram nenhum crustáceo.
- Condições atuais: De uma maneira geral, os habitats ocupados pelos crustáceos apresentaram-se em boas condições de preservação. Algumas áreas mostraram evidências de desmatamento marginal e assoreamento.

Implicações para conservação

- Ameaças e conseqüências: Similares as mencionadas acima.
- Oportunidades para conservação e recomendações: Semelhantes às oferecidas acima.
- Necessidades de estudos futuros: Semelhante ao exposto acima.

ASPECTOS ZOOGEOGRÁFICOS E BIOLÓGICOS

A composição da fauna de crustáceos decápodos da bacia do rio Negro é muito semelhante à da bacia do rio Paraguai (C. Magalhães, dados não publicados). É possível que as espécies não encontradas, como o camarão *Acetes paraguayensis* (Sergestidae) ou os caranguejos *Zilchiopsis oronensis* e *Poppiana argentiniana* (Trichodactylidae), também ocorram no rio Negro, uma vez que os habitats que ocupam são semelhantes aos presentes na bacia estudada. A ausência dessas espécies nas amostras pode ser devida a questões amostrais (pouco tempo de coleta em cada estação) ou fatores sazonais não determinados. Sabe-se que a presença de *A. paraguayensis* é altamente aleatória, dada a sua característica biológica de formar agrupamentos densos e efêmeros de indivíduos em um determinado local.

Das espécies amostradas, a mais freqüente e abundante foi *M. amazonicum*. Ela ocorreu em todas as unidades biológicas da bacia do rio Negro, estando ausente nas regiões de cabeceiras (Anexo 1). Sua ocorrência está principalmente relacionada a ambientes lênticos, associada à vegetação aquática, que são bastante comuns nessa região. As coletas em baías e brejos renderam as maiores quantidades de indivíduos, embora também aparecessem nos rios, em zonas de praias limpas ou com vegetação flutuante. Também freqüentes, embora não tão abundantes, foram os caranguejos *S. australis* e *T. borellianus*, cuja ocorrência está associada a vários dos habitats e microhabitats explorados (Anexo 2).

Essa fauna tem vários elementos em comum com a de outras bacias hidrográficas sul-americanas, que apresentam grandes áreas de planície de inundação à semelhança do Pantanal. Espécies de camarões como *M. amazonicum, M. brasiliense, M. jelskii* e *P. ivonicus* também ocorrem nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (Coelho e Ramos-Porto, 1985; López e Pereira, 1996); somente as espécies de *Pseudopalaemon* seriam, possivelmente, endêmicas do Pantanal. Essas espécies não se assemelham às já descritas para esse gênero, sendo provavelmente novas para a Ciência. Porém, uma conclusão definitiva sobre isso será possível somente após o exame de uma série abundante de espécimes. Quanto às espécies de caranguejos, apenas *D. pagei* e *T. borellianus* ocorrem em outra bacia hidrográfica, no caso, a bacia amazônica; não há espécies comuns com a bacia do

Orinoco. As demais espécies, *S. australis* e *V. camerani*, são exclusivas das bacias do rio Paraguai e baixo rio Paraná (Rodríguez, 1992; Magalhães e Türkay, 1996)

LITERATURA CITADA

Beissinger, S.R.; B.T. Thomas e S.D. Strahl. 1988. Vocalizations, food habits, and nesting biology of the slender-billed kite with comparisons to the snail kite. Wilson Bulletin 100(4): 604-616.

Benetton, M.L.F.M.; F.C.W. Rosas e E.P. Colares. 1990. Aspectos do hábito alimentar da ariranha (*Pteronura brasiliensis*) na Amazônia brasileira. *In* Programa y Resumenes, 4ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamiferos Acuaticos de America del Sur, Valdivia, Chile, 12-15 Nov. 1990.

Coelho, P.A. e M. Ramos-Porto. 1985. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. Revta bras. Zool. 2(6): 405-410.

Gomes-Corrêa, M.M. 1977. Palaemonídeos do Brasil (Crustacea – Decapoda – Natantia). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 135 pp + est. 1-28. [Não publicada]

Goulding, M. e E. Ferreira. 1984. Shrimp-eating fishes and a case of pray switching in Amazon rivers. Revta bras. Zool. 2(3): 85-97.

Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Occasional Papers, Allan Hancock Foundation 12: 1-396.

Kensley, B. e I. Walker. 1982. Palaemonid shrimps from the Amazon basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). Smithsonian Contribution to Zoology 362:1-28.

Lemos de Castro, A. 1985. Ectoparasitism of *Telotha henselii* (Von Martens) (Isopoda, Cymothoidae) on *Macrobrachium brasiliense* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 49(2): 200-201.

López, B. e G. Pereira. 1996. Inventario de los crustaceos decapodos de las zonas alta y media del delta del rio Orinoco, Venezuela. Acta Biol. Venez. 16(3): 45-64.

Magalhães, C. 1991. Revisão taxonômica dos caranguejos dulcícolas da família Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda: Branchyura). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 278 pp. [Não publicada]

Magalhães, C. e M. Türkay. 1996. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae II. The genera *Forsteria, Melocarcinus, Sylviocarcinus*, and *Zilchiopsis* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Senckenbergiana biologica 75(1/2): 97-130.

Magnusson, W.E.; E.V. da Silva e A.P. Lima. 1987. Diets of Amazonian crocodilians. Journal of Herpetology 21(2): 85-95.

Moreira, C. 1912. Crustacés du Brésil. Mém. Soc. Zool. France 25: 145-154, est. 3-6.

Nobili, G. 1901. Decapodi raccolti dal Dr. Filippo Silvestri nell'America meridionale. Boll. Mus. Zool. Anat. Torino 16(402): 1-16.

Resende, E.K. de, R.A.C. Pereira, V.L.L. de Almeida e A.G. da Silva. 1996. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. EMBRAPA-CPAP, Corumbá, MS. 36 pp (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa 3)

Rodríguez. G. 1981. Decapoda. *In* Hurlbert, S.H., G. Rodríguez e N.D. Santos (eds.). Aquatic Biota of Tropical South America, Part 1: Arthropoda. San Diego State University, San Diego. p. 41-51.

Rodríguez. G. 1992. The Freshwater Crabs of America. Family Trichodactylidae and Supplement to the Family Pseudothelphusidae. Editions ORSTOM, Paris. 189 pp. (Collection *Faune Tropicale*, 31)

Walker, I. 1987. The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. Experientia 43: 279-287.

Walker, I. 1990. Ecologia e biologia dos igapós e igarapés. Ciência Hoje, 11(64):45-53.

Zwink, W. 1990. Fauna de crustáceos. *In* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. Levantamento faunísitico da área sob influência da BR-364 (Cuiabá-Porto Velho). Museu Nacional, Rio de Janeiro. P. 102-103. (Relatório de Pesquisas nº 13)

CAPITULO 6

DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO, E HABITATS CRÍTICOS DOS PEIXES DOS RIOS: NEGRO, NEGRINHO, TABOCO, TAQUARI E MIRANDA, E SUA IMPORTÂNCIA PARA CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL.

Philip W. Willink, Otávio Froehlich, Antonio Machado-Allison, Naércio Menezes, Osvaldo Oyakawa, Agostinho Catella, Barry Chernoff, Flávio C.T. Lima, Mônica Toledo-Piza, Hernán Ortega, Angela Maria Zanata e Ramiro Barriga.

SUMÁRIO ESTATÍSTICO

- Um total de 193 espécies foi coletado durante a expedição AquaRAP.
- Destas 193 espécies, 90 (47%) foram Characiformes, 72 (37%) foram Siluriformes, 15 (8%) foram Perciformes e 11 (6%) foram Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 espécies, 1%), Beloniformes (1 espécie, 0.5%), Synbranchiformes (1 espécie, 0.5%) e Pleuronectiformes (1 espécie, 0.5%) também estavam representadas.
- A família com o maior número de espécies foi Characidae (67 espécies, 35%), seguida por Loricariidae (29 espécies, 15%) e Cichlidae (15 espécies, 8%).
- Das 193 espécies encontradas, 36 (19%) são possivelmente novas para a ciência.
- A biodiversidade na bacia do Rio Negro aumenta das cabeceiras em direção a base da bacia. Este aumento é correlacionado com o aumento no tamanho do rio e com a complexidade dos habitats ou nível de inundação sazonal.
- Acredita-se que o que entre terrestre de nutrientes provenientes da mata ciliar e como uma conseqüência das enchentes periódicas devam ser críticas para a cadeia alimentar a qual sustentam os peixes do Pantanal.
- Endemismo é mais alto nas cabeceiras do que na planície alagável.
- Dois tipos de situações foram observados nas cabeceiras: 1) Riachos relativamente conservados com um grande número de microhabitats e alta biodiversidade. 2) Riachos altamente impactados por poluição, assoreamento e/ou desmatamento, os quais possuem poucos microhabitats e estão colonizados principalmente por espécies oportunistas.
- Desmatamento e perturbação das enchentes periódicas são considerados as maiores ameaças aos peixes do Pantanal.

RESUMO

Foram coletados peixes de 77 localidades no Rio Negro, parte alta do Rio Taquari, parte alta do Rio Aquidauana e parte alta da bacia do Rio Miranda, somando um total de 193 espécies. Destas espécies, 90 (47%) eram Characiformes, 72 (37%) eram Siluriformes, 15 (8%) eram Perciformes e 11 (6%) eram Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 espécies, 1%), Beloniformes (1 espécie, 0.5%), Synbranchiformes (1 espécie, 0.5%) e Pleuronectiformes (1 espécie, 0.5%) também estavam representadas. A família com o maior número de espécies foi Characidae (67 espécies, 35%), seguida por Loricariidae (29 espécies, 15%) e Cichlidae (15 espécies, 8%). Das 193 espécies encontradas, 36 (19%) são possivelmente novas para a ciência. Acredita-se que as espécies coletadas são uma representação razoável da ictiofauna da área, no entanto espécies adicionais podem ser encontradas nas cabeceiras, e peixes de maior porte foram possivelmente pouco coletados. Espécies endêmicas foram encontradas em maior proporção nas cabeceiras do que na planície alagável, provavelmente devido à relativa dificuldade de dispersão de uma cabeceira para outra. As partes dos riachos localizadas acima das quedas d'água são menos

produtivas e diversificadas do que as áreas abaixo. Dois tipos de situações foram observados nas cabeceiras: 1) Riachos relativamente conservados com um grande número de microhabitats e alta biodiversidade. Biodiversidade e abundância são particularmente altas nas áreas calcárias de água límpida da bacia do Rio Miranda em Bonito e em áreas adjacentes. 2) Riachos altamente impactados por poluição, assoreamento e/ou desmatamento, os quais possuem poucos microhabitats e estão colonizados principalmente por espécies oportunistas. A biodiversidade na bacia do Negro aumenta das cabeceiras em direção a base da bacia (de 67 na parte alta do Negro a 113 na parte baixa, de 26 na parte alta do Taboco a 77 na parte média). Este aumento da biodiversidade está correlacionado com o aumento do tamanho dos rios e complexidade dos habitats, este último correlacionado com o nível das cheias periódicas. Alguns *taxa* foram coletados por toda a bacia, enquanto outros foram coletados apenas em áreas restritas. Muitos peixes juvenis foram coletados nos braços mortos, brejos e baías, enfatizando a importância dessas áreas como berçário. Acredita-se que um que entre terrestre de nutrientes provenientes da vegetação ripária e como uma conseqüência das enchentes periódicas, é crítico para a cadeia alimentar que sustenta os peixes do Pantanal. O maior crescimento anual de um indivíduo ocorre durante o período das cheias. Enchentes sazonais servem como estímulo para a reprodução de muitos peixes e ajudam a manter a complexidade dos habitats da região rejuvenescendo brejos, braços mortos e baías. Estas áreas, agora ricas em nutrientes, funcionam como berçários para peixes. O desmatamento é uma severa ameaça porque remove a vegetação ao longo dos rios, diminuindo *input* alóctone e aumentando a sedimentação. A perturbação das cheias sazonais (ex: dragagens ou hidrovia Paraguai-Paraná) seria catastrófica aos peixes do Pantanal.

INTRODUÇÃO

A ictiofauna do Pantanal é relativamente bem conhecida em comparação com outras regiões da América do Sul. A primeira coleção de peixes cientifica da área foi realizada por Natterer no começo de 1800 (Britski *et al.,* 1999), seguida por coleções feitas por Ternetz (Boulenger, 1895; Eigenmann e Kennedy, 1903), Anisits (Eigenmann e Kennedy, 1903; Eigenmann *et al.*, 1907), Haseman (Eigenmann, 1911; Britski *et al.,* 1999) e Rehn (Fowler, 1932), entre outros. Trabalhos sobre a sistemática de peixes do Pantanal continuaram a ser escritos no decorrer dos anos, sendo o mais abrangente deles, um livro que trata exclusivamente dos peixes do Pantanal Mato-Grossense escrito por Britski *et al.* (1999).

Embora investigadores precedentes tenham descrito numerosas espécies novas, eles afirmaram que a ictiofauna da Bacia do Prata, incluindo o Pantanal, é muito semelhante a ictiofauna da Amazônia (Eigenmann *et al.,* 1907; Pearson, 1937). É dado crédito a esta hipótese através das conexões existentes entre as cabeceiras do Rio Paraguai na estação das chuvas com as cabeceiras Amazônicas desde o Rio Tapajós até o Rio Guaporé (Pearson, 1937; Roberts, 1972; Lowe-McConnell, 1975; Bonetto, 1986). No entanto, com a ajuda de recentes coleções de peixes de toda a América do Sul, ictiólogos estão agora constatando que certos peixes da Bacia do Rio Paraguai e do Pantanal foram erroneamente identificados ou são espécies diferentes das encontradas no Amazonas. A distribuição de espécies (ex: Collette, 1982; Kullander, 1982,1984; Weber, 1986, Géry *et al.,* 1987; Retzer e Page, 1996; Schaefer, 1997) e as conexões fluviais passadas e presentes entre o Amazonas e o Pantanal, sem dúvida tem um papel importante na dispersão e especiação destes peixes (Heckman, 1998:31-32; Lundberg *et al.*, 1998). No entanto, a exata importância destas constatações ainda não é clara, mas o grau de endemismo no Pantanal parece ser maior do que o que se acreditava anteriormente. Até mesmo na planície considerada sistematicamente bem conhecida, ainda há muito a ser estudado.

Os trabalhos ictiológicos realizados no Pantanal não estão restritos a sistemática. Estudos têm sido conduzidos sobre migrações (Ferraz de Lima, 1987; Resende *et al.,* 1995), estrutura da comunidade (Sazima, 1986), preferência de habitats (Heckman, 1998:271-289), pesca (Catella *et al., 1996;* Catella *et al.,* 1997), alimentação (Sazima e Machado, 1982, 1990; Sazima e Guimarães, 1987; Sazima e Caramaschi, 1989; Resende *et al.,* 1995; Catella e Petrere, 1996; Resende *et al.,* 1996; Heckman, 1998: 271-289) e mortandade de peixes em massa (Calheiros e Ferreira, 1996), para citar alguns. A imagem que surge desses estudos é de um ecossistema tropical dominado por cheias periódicas. Alguns peixes deslocam-se para as áreas inundadas sazonalmente para fins de reprodução e alimentação. Outros, estimulados pela mudança no nível da água migram longas distâncias à procura de alimento e para se reproduzirem. A maioria dos estudos ictiológicos focaliza as poucas espécies de peixes de importância para a pesca e pouco se sabe sobre as centenas de outras espécies habitando as áreas úmidas.

A expedição ao Pantanal realizada pelo Programa de Levantamento Rápido dos Ecossistemas Aquáticos (AquaRAP) entre agosto e setembro de 1998, inventariou apenas a porção sul do Pantanal em Mato Grosso do Sul, Brasil. Coletas foram realizadas principalmente ao longo do Rio Negro e nas cabeceiras do Rio Taquari, Rio Aquidauana e Rio Miranda (Mapas 2, 3). Mesmo que a expedição tenha sido restrita à porção sul do Pantanal, foi possível coletar na maioria dos habitats primários encontrados na parte alta da Bacia do Paraguai. Os resultados apresentados neste capitulo possibilitarão: i) documentar espécies coletadas, incluindo algumas que são provavelmente novas para a ciência, ii) descrever a distribuição destas espécies na área estudada, iii) discutir esses achados dentro de um contexto ecológico, iv) acessar possíveis ameaças aos peixes da região.

MÉTODOS

Peixes foram coletados em cada ponto georeferenciado (ver Apêndice 1: Protocolo de Coletas do AquaRAP para detalhes) e em muitas outras localidades adicionais (relatadas na seção intitulada "Descrição Regional" abaixo). Quando habitats múltiplos foram observados em um determinado ponto georeferenciado, diversas coletas foram feitas em cada e os peixes coletados foram mantidos separadamente. A maioria dos peixes foi coletada empregando-se redes de arrasto (malha de 13 milímetros [1/2 polegada], 2x5 metros (6 pés x 15 pés) ou 2x3 metros [6 pés x 8 pés]). Peneiras e puçás foram usados em áreas menores e mais rasas. Coletas em alguns ecossistemas, incluindo as águas límpidas da região de Bonito, foram feitas por mergulhadores usando puçás. Redes de malha (2x40 metros (6 pés x 125 pés), tamanho da malha variando de 25 a 75 mm (1 a 3 polegadas)) foram usadas várias vezes na parte baixa da região do Rio Negro.

Os espécimes coletados foram inicialmente fixados em formol 10% e depois transferidos para álcool 70% para armazenamento. As identificações dos peixes foram feitas baseados em Ellis (1913), Ringuelet *et al.* (1967), Collette (1974, 1982), Géry (1977), Isbrücker (1981), Kullander (1982), Weitzman (1985), Weber (1986), Burgess (1989), Muller (1989), Buckup (1993), Bockmann (1994), Mago-Leccia (1994), Retzer e Page (1996), Reis (1997), Schaefer (1997), Britski *et al.* (1999) e outros. Para se verificar sobre a validade atual de alguns nomes científicos consultou-se Eschmeyer (1998). Depois de identificados, os espécimes foram enviados para as coleções do Field Museum (Chicago, USA), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (São Paulo, Brasil), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Campo Grande, Brasil), Escuela Politécnica Nacional (Quito, Equador), Museu de Historia Natural da Universidade Nacional de San Marcos (Lima, Peru) e Museu de Biologia do Instituto de Zoologia Tropical (Caracas, Venezuela).

Particularmente nas águas límpidas da parte alta da região do Rio Miranda, algumas espécies de maior porte foram vistas, mas não coletadas. Estas espécies não foram incluídas no somatório para a região nem no sumário estatístico, mas estão marcadas no Apêndice 6 com um "+".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 193 espécies foi coletado durante a expedição AquaRAP (Apêndice 6). Destas espécies, 90 (47%) eram Characiformes, 72 (37%) eram Siluriformes, 15 (8%) eram Perciformes e 11 (6%) eram Gymnotiformes. Cyprinodontiformes (2 espécies, 1%), Beloniformes (1 espécie, 0.5%), Synbranchiformes (1 espécie, 0.5%) e Pleuronectiformes (1 espécie, 0.5%) também estavam representadas. A família com o maior número de espécies foi Characidae (67 espécies, 35%), seguida por Loricariidae (29 espécies, 15%) e Cichlidae (15 espécies, 8%).
Das 193 espécies encontradas, 36 (19%) são possivelmente novas para a ciência. Com isso, entendemos que estas espécies, nunca foram coletadas anteriormente ou se foram coletadas, não foram apropriadamente identificadas. Este registro é conservador porque apenas inclui novos *taxa* descobertos por membros da expedição AquaRAP, mas não inclui *taxa* que sabemos estarem sendo estudados por outros biólogos sem que nenhuma descrição oficial tenha sido publicada. Uma dessas espécies novas, Characidae sp. B, pode representar um novo gênero.

Existem também três novos registros para a área. *Pterygoplichthys* sp., que representa um novo registro de espécie e gênero. *Apteronotus bonapartii* não tinha sido coletado no Pantanal Mato-grossense anteriormente, de acordo com nosso conhecimento. *Otocinclus mariae* também pode ser um novo registro para a região, porém sua classificação e a dificuldade em diferencia-lo de *Otocinclus vittatus* levanta algumas dúvidas, portanto este registro deve ser visto como provisório. Certamente existem *taxa* endêmicos no Pantanal, no entanto não possuímos informações suficientes para determinar se existem alguns *taxa* endêmicos para a região inventariada pela expedição AquaRAP.

O número estimado de espécies para o Pantanal varia, com Britski *et al.* (1999), listando 263 espécies e Boneto (1986:573) estimando cerca de 300 espécies. Baseado nesses números e nos espécimes coletados durante a expedição AquaRAP, incluindo as novas espécies e registros, 325 espécies parece ser uma estimativa razoável para o Pantanal. É difícil estimar a eficiência da coleta da ictiofauna realizada pela expedição AquaRAP, já que apenas 20% da porção sul do Pantanal foi estudada. Das 325 espécies de todo o Pantanal, não se sabe quantas são encontradas na porção sul porque dados sobre distribuição não estão facilmente disponíveis. Uma curva cumulativa de espécies (Fig. 6.1) para toda a expedição mostra sinais de estabilização. Análises independentes para cada grupo demonstram que a curva cumulativa das espécies dos grupos inventariados no Rio Negro está começando a se estabilizar (Fig 6.2), enquanto a curva cumulativa dos grupos coletados nas cabeceiras ainda está em ascensão (Fig. 6.3). A disparidade entre as duas curvas pode ser atribuída a uma dispersão mais ampla de indivíduos no Rio Negro devido às enchentes e a um alto grau de endemismo nas cabeceiras.

É possível iniciar uma apresentação da situação da ictiofauna local, com duas ressalvas: i) mais localidades devem ser estudadas nas cabeceiras; ii) métodos de coleta podem ter prejudicado a captura de certas espécies – o principal meio de coleta foi o emprego da rede de arrasto, o qual é mais eficiente na captura de peixes de porte médio. Embora espécies como: *Scoloplax empousa* e *Paravandellia*

bertoni cada qual atingindo 15 mm quando adultas tenham sido coletadas, outros peixes de pequeno porte podem ter escapado pela rede. Peixes de grande porte também podem ser encontrados na região, como por exemplo: *Potamotrygon motoro, Mylossoma paraguayensis, Sorubim* cf. *lima, Hemisorubim platyrhyncos, Pseudoplatystoma corruscans, Plagioscion ternetzi, Pachyurus bonariensis*, porém estes não foram coletados. A eficiente captura desses *taxa*, pode ser feita através de rede de malha, varas – usadas apenas algumas vezes durante a expedição – e com uso de traineiras, que não foram empregadas. Apesar das espécies de grande porte não terem sido coletadas, pois essas são importantes comercialmente e para atividades de recreação, existem informações disponíveis sobre elas (Resende *et al.,* 1995; Catella & Petrere, 1996; Catella *et al.,* 1996).

DESCRIÇÃO DA REGIÃO

Esta seção está dividida em duas partes baseadas na divisão dos membros da expedição. O grupo "Rio Negro" concentrou as atividades na bacia do Rio Negro, das cabeceiras as regiões da planície (parte alta do Rio Negro, Rio Anhumas, parte média do Rio Negro, parte baixa do Rio Negro). Um inventário breve das partes alta e média do Rio Taboco também foi realizado. O grupo das "cabeceiras" concentrou atividades nas cabeceiras das partes altas do Rio Negro, Rio Taquari, Rio Aquidauana e Rio Miranda, também como inventariado da parte baixa da região do Rio Negro. Cada grupo coletou nas partes alta e baixa da região do Rio Negro e as descrições dessas regiões realizadas pelos grupos podem ser encontradas nas respectivas seções abaixo.

Grupo Rio Negro

Este grupo conduziu inventários ao longo do Rio Negro, das cabeceiras até próximo a sua foz no Rio Paraguai. Um inventário similar, mas abreviado, foi conduzido ao longo do Rio Taboco, uma sub-bacía da bacia do Rio Negro. Este arranjo possibilitou a comparação das várias regiões do rio, levando em consideração a individualidade de cada bacia em particular.

Parte Alta do Rio Negro

Esta área é caracterizada por rios de planalto pequenos e médios com corredeiras sobre leitos arenosos em uma elevação de aproximadamente 500m. As margens dos rios e os substratos são uma mistura de areias e rochas (exceto em áreas da parte alta do Rio do Peixe, onde margens e leitos são predominantemente rochosas com cachoeiras e corredeiras). A parte terrestre é coberta por vegetação de floresta semidecídua e matas secas e a vegetação adjacente aos rios era de mata ciliar perturbada, enquanto em algumas áreas existiam gramíneas submersas e avançando sobre a água.

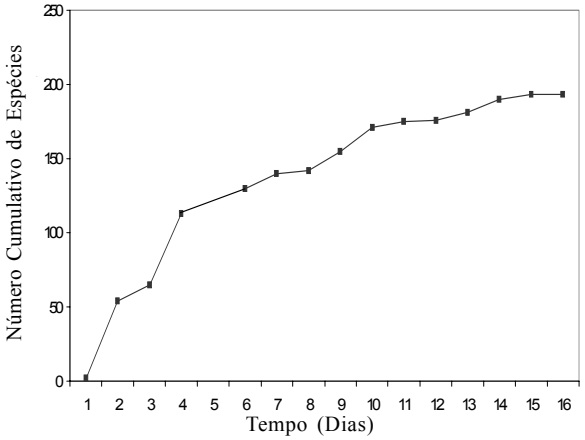


Figura 6.1. Curva cumulativa para espécies de peixes coletadas pelos grupos das cabeceiras e do Rio Negro na expecição AquaRAP entre 25 de agosto e 9 de setembro no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

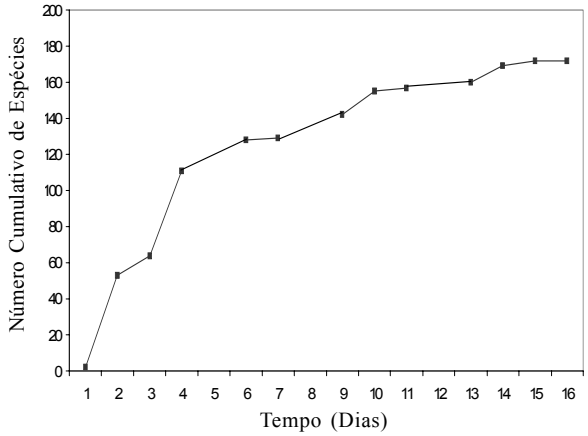


FIGURA 6.2. Curva cumulativa para espécies de peixes coletadas pelo grupo Rio Negro na expedição AquaRAP entre 25 de agosto e 9 de setembro no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

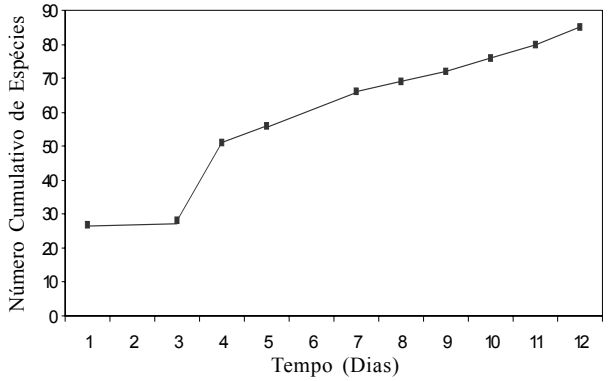


FIGURA 6.3. Curva cumulativa para as espécies de peixes coletadas pelo grupo das cabeceiras na expedição AquaRAP entre 28 de agosto e 8 de setembro no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Biótipos incluem correntezas moderadas e fortes, lagoas e um lago onde macrófitas aquáticas foram encontradas.

Um total de 67 espécies foi coletado na parte alta da região do Rio Negro (Apêndice 6). A correnteza do canal principal apresentava-se dominada por pequenos Characiformes como: *Astyanax* spp., *Holoshesthes pequira, Serrapinnus calliurus, Aphyocharax* spp., *Moenkhausia dichroura* e *Bryconamericus* spp. Outras espécies como *Characidium* spp., *Leporinus striatus, Leporellus vittatus, Apareiodon affinis, Parodon gestri* e pequenos bagres como *Imparfinis* sp. e *Pimelodella* spp. são encontrados associados com substratos arenosos. As margens cobertas por plantas aquáticas como as ciperáceas, gramíneas e macrófitas aquáticas enraizadas, abrigam comunidades de peixes altamente ornamentais dominados por cascudos (ex: *Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Corydoras* spp., *Otocinclus vittatus* e *Cochliodon* spp.). Peixes elétricos (*Apteronotus albifrons*, *Eigenmannia trilineata* e *Gymnorhamphichthys hypostomus*) são também comuns nestas áreas. Finalmente, lagoas, lagos, braços mortos e outros corpos d'água profundos e lentos possuem uma grande diversidade de peixes, incluindo diversas espécies de grande valor no mercado aquarista (ex: *Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni, Moenkhausia sanctaefilomenae, Poptella paraguayensis, Hyphessobrycon eques* e *Apistogramma borellii*).

Rio Anhumas

A área do Rio Anhumas está situada na fronteira da planície pantaneira e é inundada pelo Rio Negro. A vegetação é formada principalmente por campo limpo e cerrado. A estação georeferenciada N07 (ver Mapa 3) recebe água originária do planalto adjacente e por sua vez a água presente nas demais estações georeferenciadas é originária das cheias. Biótipos incluem canais, lagoas, lagos ou baías separadas do canal principal. Macrófitas são raras nos canais, mas abundantes nas águas estagnadas podendo até cobrir a superfície integralmente. Estas áreas foram as mais diversas em termos de espécies de peixes capturados. As águas desta região são escuras e o substrato é composto principalmente de areia com acúmulo de barro e detritos vegetais em habitats lênticos.

Um total de 82 espécies foi coletado na área (Apêndice 6). Deve-se salientar que peixes foram coletados em 28 de agosto em um braço morto, localizado na intersecção da BR419 e a estrada principal em direção oeste até o córrego Anhumas. Apesar desta localidade não ser parte de uma estação georeferenciada (as coordenadas exatas são 19° 18.77' S, 55° 10.20' W) apenas peixes e decápodes foram coletados. Os peixes encontrados na região de Anhumas são semelhantes aos de outros rios localizados na fronteira da planície pantaneira. Pequenos caracídeos prateados como: *Astyanax* spp., *Hemigrammus ulreyi*, *Serrapinnus calliurus, Aphyocharax* spp., *Moenkhausia intermedia, Bryconamericus* spp. e *Psellogrammus kennedyi* também foram encontrados. Outras espécies como: *Characidium* spp., *Corydoras hastatus, Leporinus friderici* e pequenos bagres como *Imparfinis* sp. e *Pimelodella* spp., foram encontrados associados aos substratos arenosos. Margens cobertas com ciperáceas, gramíneas e macrófitas aquáticas enraizadas abrigam comunidades de peixes altamente ornamentais dominados por cascudos (ex: *Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Corydoras* spp., *Otocinclus vittatus* e *Cochliodon* spp.). Peixes elétricos (*Apteronotus albifrons*, *Eigenmannia trilineata* e *E. virescens*) e ciclídeos (*Aequidens plagiozonatus* e *Mesonauta festivus*) são também comuns nestas áreas. Finalmente, lagoas, lagos, braços mortos e outros corpos d'água profundos e rentos possuem uma grande diversidade de ciclídeos, Characiformes e Siluriformes. Coletas nestas áreas revelaram diversas espécies de grande valor no mercado aquarista (ex: *Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni, Moenkhausia sanctaefilomenae, Poptella paraguayensis, Hyphessobrycon eques, H. elachis, Apistogramma borellii, A. commbrae* e *A. trilineata*).

Uma ênfase deve ser dada às coletas realizadas em pequenas lagoas isoladas do canal principal (parte da estação georeferenciada N07) onde uma área de 12 por 7 metros foi inventariada (0.5 metros de profundidade). Esta pequena lagoa estava coberta de camalotes e outras plantas aquáticas. O que atraiu nossa atenção foi que uma área tão pequena continha uma quantia grande de espécies importantes para a aquariofilia, incluindo *Hyphessobrycon eques, H. elachys, Hemigrammus ulreyi, Aphyocharax anisitsi, A. rathbuni, A. parayuayensis, Apistogramma commbrae, A. borellii, A. trifasciata, Moenkhausia intermedia, M. sanctaefilomenae, Gymnocorymbus ternetzi, Mesonauta festivus, Laetacara dorsigera, Satanoperca pappaterra, Curimatopsis myersi, Cyphocharax gillii* e *Pyrrhulina australis*. Numerosas espécies de um bagre anão (*Scoloplax empousa)* e de um peixe-agulha belonídeo (*Potamorrhaphis eigenmanni*) também foram capturadas. As espécies coletadas estão listadas na Tabela 6.1.

Parte Média do Rio Taboco

No início da planície alagável do Pantanal o terreno é plano e os solos têm um conteúdo maior de argila do que em outras partes inventariadas da planície. As elevações medem cerca de 200 metros. O canal principal tem de 20 a 60 metros de largura, mas na parte média do brejo do Rio Taboco o rio é dividido em dois canais principais com ilhas e pequenos canais com fluxo reduzido entre eles. A vegetação marginal é composta de faixas estreitas de matas ripárias e pastagens. As águas são lodosas com pouca visibilidade e o substrato é arenoso nos canais e lodosos com detritos acumulados nas lagoas marginais. Macrófitas aquáticas, principalmente *Eichhornia azurea*, estão presentes em áreas de fluxo reduzido.

Tabela 6.1. Lista de peixes e números de espécimes coletadas em uma baía de 12 metros de comprimento x 7 metros de largura x 0.5 metro de profundidade isolada do Córrego Anhuma na estação georeferenciada N07 (19º 9.67' S, 55º 17.86' W), Mato Grosso do Sul, Brasil em 28 de agosto, 1998.

Taxa	Número de Espécimes
Characiformes	
Anostomidae	
Leporinus friderici	1
Characidae	
Acestrorhynchus pantaneiro	6
Aphyocharax paraguayensis	4
Aphyocharax rathbuni	46
Aphyocharax sp.	15
Characidium sp. 1	28
Characidium sp. 2	1
Charax sp.	94
Gymnocorymbus ternetzi	65
Hemigrammus ulreyi	206
Hyphessobrycon eques	99
Hyphessobrycon sp. 2	205
Moenkhausia intermedia	23
Moenkhausia sanctaefilomenae	133
Phenacogaster tegatus	32
Psellogrammus kennedyi	31
Serrapinnus calliurus	800
Xenurobrycon macropus	1
Curimatidae	
Curimatopsis myersi	72
Cyphocharax gillii	318
Erythrinidae	
Hoplias sp. 1	3
Hoplias sp. 2	6
Lebiasinidae	
Pyrrhulina australis	28
Siluriformes	
Callichthyidae	
Corydoras hastatus	173
Doradidae	
Doradidae gen. n.	2
Scoloplacidae	
Scoloplax empousa	48
Gymnotiformes	
Gymnotidae	
Gymnotus sp.	1
Hypopomidae	
Brachyhypopomus sp. A	7
Sternopygidae	
Eigenmannia trilineata	8
Beloniformes	
Belonidae	
Potamorrhaphis eigenmanni	3
Perciformes	
Cichlidae	
Apistogramma borellii	5
Apistogramma commbrae	3
Apistogramma trifasciata	30
Bujurquina vittata	1
Crenicichla edithae	3
Laetacara dorsigera	20
Mesonauta festivus	4
Satanoperca pappaterra	1
Total = 38 espécies	**2526**

Um total de 77 espécies foi coletado (Apêndice 6) na área inventariada. As coletas foram realizadas em três áreas, sendo as duas primeiras perto da Fazenda Taboco. O canal principal é caracterizado por *Serrapinnus calliurus, Holoshesthes pequira, Astyanax asuncionensis, Aphyocharax dentatus*. Outras espécies como: *Characidium* spp., *Leporinus striatus,* pequenos bagres como *Otocinclus vittatus* e *Pimelodella* sp. e um pequeno Pimelodidae associado com *Nannorhamdia* também foram encontrados associados a substratos arenosos. As margens cobertas com algumas ciperáceas e gramíneas contém uma grande comunidade de peixes ornamentais dominados por cascudos (ex: *Otocinclus vittatus, Farlowella* spp., *Rineloricaria* spp., *Imparfinis* sp.) e peixes elétricos (ex: *Gymnorhamphichthys hypostomus*). Os remansos e lagoas são caracterizados por pequenos Characidae como *Serrapinnus calliurus, Xenurobrycon macropus, Charax* sp., *Hyphessobrycon eques* e *Cyphocharax gillii*. Bagres (ex: *Corydoras* sp., *Rineloricaria* sp., *Otocinclus vittatus, O. mariae, Parauchenipterus galeatus, P. striatulus)* e peixes elétricos (ex: *Eigenmannia trilineata, Sternopygus macrurus* e *Brachyhypopomus* sp.) também foram encontrados.

A terceira área estudada foi um brejo localizado muitos quilômetros rio acima da Fazenda Taboco, caracterizada por vastas quantidades de camalotes e abundantes peixes elétricos (ex: *Eigenmannia trilineata, E. virescens, Gymnorhamphichthys hypostomus, Apteronotus albifrons* e *Sternopygus macrurus*). Outras espécies abundantes foram *Corydoras* sp., *Otocinclus vittatus, Serrapinnus calliurus, Aphyocharax dentatus, A. anisitsi, Moenkhausia intermédia, M. sanctaefilomenae* e um pequeno bagre Pimelodidae, provavelmente um *Imparfinis stictonotus.* Outras espécies menos abundantes incluíram *Xenarobrycon macropus, Psellogrammus kennedyi, Parauchenipterus galeatus, Astyanax asuncionensis* e *Hoplias* sp.

Parte Alta do Rio Taboco

Dois corixos foram inventariados em uma área muito similar a região da parte alta do Rio Negro. Os corixos correm sobre substratos arenosos ou rochosos e as águas são claras e levemente ácidas. A vegetação marginal inclui pastagens, arvoretas, arbustos e veredas (ecossistemas caracterizados por águas translúcidas e vegetação aquática abundante, tipicamente a palmeira buriti [*Mauritia*], substratos arenosos e áreas alagáveis adjacentes). As coletas foram feitas em dois corixos com algumas palmeiras, mas essas não eram tão abundantes quanto nas veredas.

Um total de 26 espécies de peixes foi coletado na área examinada (Apêndice 7). Os Characiformes foram as espécies dominantes nas corredeiras no canal principal. Entre eles estão o pequenos e prateados caracídeos *Holoshesthes pequira, Jupiaba acanthogaster, Characidium* sp., *Astyanax abramis* e *Parodon gestri*. Nas águas paradas, coletou-se *Crenicichla edithae*.

Parte Média do Rio Negro

Esta área está localizada perto da parte central da planície alagável do Pantanal. A área é muito plana com aproximadamente 3 metros entre o ponto mais alto e o mais baixo. A cobertura vegetal é na grande maioria floresta nativa, entremeada por gramíneas naturais que estão situadas em terreno ligeiramente mais baixo, onde lagos permanecem depois do fim das enchentes. Estes lagos diminuem durante a estação das secas e alguns secam completamente. O canal principal tem em média 60 metros de largura e um substrato arenoso, margeado por matas ciliares e algumas áreas onde houve desmatamento para dar lugar a casas e pastagens. O substrato é arenoso. Nos braços mortos, lodo e restos de macrófitas acumulam sobre a areia incluindo algumas ilhas de macrófitas aquáticas, principalmente *Eichhornia azurea*. Existe um belo brejo na área, o brejo de Santa Sofia, onde em partes mais profundas a água é coberta por grossos tapetes de macrófitas flutuantes e fixas. Nas áreas rasas, o substrato é palustre e existem aglomerados de *Eichhornia azurea* com outras macrófitas misturadas.

Esta área é altamente diversa. Um total de 112 espécies foi coletado (Apêndice 6). Vários microhabitats foram amostrados, incluindo brejos, braços mortos, canais principais, baía e uma salina. Cada área aparentemente tem sua própria estrutura de comunidades de peixes. Deve ser notado que no dia 4 de setembro apenas peixes foram coletados em uma localidade ao longo de uma praia no canal principal do Rio Negro. Embora esta estação não tenha sido um ponto georeferenciado, as coordenadas exatas são 19° 33,36' S, 56° 08.51'W.

Brejos são caracterizados por camalotes abundantes e outras plantas flutuantes e enraizadas. As espécies mais abundantes são *Serrapinnus calliurus, Holoshesthes pequira, Aphyocharax anisitsi, Moenkhausia intermedia, Psellogrammus kennedyi, Poptella paraguayensis, Tetragonopterus argenteus, Serrasalmus spilopleura* e *Astyanax asuncionensis* entre outros. Os grandes *taxa* migratórios *Salminus maxillosus, Brycon microlepis* e *Prochilodus lineatus* foram coletadas no canal principal. Embaixo dos camalotes foram coletados *Aphyocharax anisitsi, Serrapinnus calliurus, Eigenmannia trilineata, E. virescens, Apteronotus albifrons, A. bonapartii* (um novo registro para a bacia do Pantanal Sul Mato-grossense), *Rhamphichthys hahni, Brachyhypopomus* sp., *Gymnotus* sp., *Apistogramma borellii, A. commbrae, A. trifasciata, Crenicichla edithae, C. semifasciata, Cichlasoma dimerus, Bujurquina vittata, Hypostomus boulengeri, Loricariichthys* sp., *Pimelodella* sp., *Rineloricaria* sp. e *Farlowella* sp. entre outras.

Os braços mortos são caracterizados por uma abundância de *Serrapinnus calliurus, Poptella paraguayensis, Piabucus melanostomus, Gymnogeophagus balzanii* (machos com caracteres sexuais secundários bem

desenvolvidos), *Leporinus friderici, Moenkhausia dichoura, M. sanctaefilomenae, Astyanax asuncionensis, Curimatella dorsalis, Psellogrammus kennedyi, Aphyocharax anisitsi, Hyphessobrycon eques, Cyphocharax gillii, Apistogramma commbrae, Sternopygus macrurus, Steindachnerina brevipinna* e *Hyphessobrycon elachys*.
Algumas espécies são aparentemente abundantes, porém não puderam ser coletadas com nossos equipamentos. Exemplos são *Potamotrygon* sp., *Piaractus mesopotamicus, Chaetobranchliopsis australes, Hemiodopsis semitaeniatus, Salminus maxillosus* e *Serrasalmus spilopleura.*

A única baía inventariada continha uma abundância de *Moenkhausia intermedia, Hyphessobrycon eques, Eigenmannia trilineata, Astyanax asuncionensis, Psellogrammus kennedyi, Odontostilbe microdon, Gymnocorymbus ternetzi* e *Cyphocharax gillii.* Esta área aparenta ser importante como berçário e habitat para crescimento de peixes (Catella e Petrere, 1996; Resende *et al.,* 1996). A única salina inventariada não continha peixes.

O braço morto perto da Fazenda Rio Negro (estação georeferenciada N14) apresenta substrato arenoso, plano e sem vegetação ou detritos e foi inventariado duas vezes em horários diferentes. Na primeira coleta feita durante o dia (7:45 as 8:20 em 2 de setembro) 11 espécies e 325 indivíduos foram coletados (Tabela 6.2). A maior parte dos indivíduos era da espécie *Moenkhausia dichroura* (n=220). A coleta subseqüente foi feita a noite (18:30 as 18:45 em 3 de setembro) e por um período de tempo menor (15 minutos ao invés de 35 minutos). Um total de 27 espécies e 480 espécimes foi capturado (Tabela 6.2). Com exceção de *Acestrorhynchus pantaneiro, Hemiodopsis semitaeniatus* e *Satanoperca pappaterra* todos os *taxa* coletados durante o dia foram também coletados a noite. Considerando as espécies coletadas durante o dia e a noite, um maior número de indivíduos foi coletado a noite, com exceção de *Bryconops* sp. 1, *Moenkhausia dichroura* e *Gymnogeophagus balzanii.* Este é um exemplo impressionante do componente temporal da estrutura da comunidade da região, uma característica que foi notada em outros riachos tropicais (Zaret e Rand, 1971; Lowe-McConnell, 1975:103-104). Muitos Characiformes e ciclídeos são mais facilmente capturados a noite por estarem descansando em águas rasas, enquanto que durante o dia eles estão dispersos em uma área maior a procura de alimentos. Para estudar esses peixes metodicamente em uma área em particular é necessário não só que coletas sejam feitas em diversas localidades, mas também que essas coletas se dêem em períodos diferentes.

Parte baixa do Rio Negro

A área da parte baixa do Rio Negro também é parte da planície alagável do Pantanal, porém está mais próxima ao Rio Paraguai. Esta área é muito plana, com relevo semelhante à parte média da área do Rio Negro, mas coberta principalmente por vegetação abertas, principalmente gramíneas naturais com matas ciliares em áreas mais elevadas. Áreas de mata de diversos tamanhos estão situadas em terreno um pouco mais alto permanecendo seco, exceto durante grandes enchentes, enquanto as gramíneas ficam completamente alagadas. Lagos permanecem em terrenos mais baixos depois do fim das enchentes, mas em menor número do que na parte média da região do Rio Negro. Ainda assim a maioria dos lagos desaparece até o final da estiagem. O substrato é arenoso no canal principal e já em alguns braços mortos e lagos podem ter um substrato lodoso. Macrófitas aquáticas crescem ao longo das margens dos lagos, dos braços mortos e até mesmo ao longo dos canais em locais em que o fluxo é reduzido. Os lagos mais rasos podem ter todo o leito coberto por macrófitas submersas. O Rio Abobral e o Rio Vermelho (canais alimentados pelas águas do Rio Negro) também foram inventariados, demonstrando o mesmo tipo de água e substrato, com margens cobertas principalmente por mata ciliar. Os habitats estudados incluem canais, braços mortos, lagos e brejos.

A parte baixa do Rio Negro, como a parte média do Rio Negro, demonstrou uma grande variedade de espécies de peixes com um total de 113 espécies coletadas (Apêndice 7). A área geral coletada inclui três rios: 1) o Rio Vermelho, 2) o Rio Abobral e 3) o próprio Rio Negro. Peixes foram coletados em 9 de setembro nessas quatro localidades ao longo do Rio Vermelho (ambos 19° 37.22´S, 56° 57.27´W) e outras duas ao longo do Rio Miranda (19° 36´S, 56° 59´W; 19° 35´S, 56° 59´W), no entanto estas localidades não são parte de nenhuma estação georeferenciada. Apenas peixes e decápodes foram coletados nessas localidades.
O Rio Vermelho é caracterizado por *Cyphocharax gillii, Serrapinnus calliurus, Moenkhausia intermedia, M. sanctaefilomenae, Corydoras* sp., *Psellogrammus kennedyi, Steindachnerina brevipinna, S. nigrotaenia, Aphyocharax anisitsi, Pyrrhulina australis, Rineloricaria* sp., *Pimelodella* sp., *Apistogramma commbrae* e *A. borellii* entre outros. Nesta área a rede de malha também foi usada para capturar *Prochilodus lineatus, Pygocentrus nattereri* e *Hoplias* sp.

A ictiofauna do Rio Abobral é caracterizada por *Moenkhausia intermedia, Hyphessobrycon eques* e *Pimelodella* sp. Outras espécies menos numerosas ocorrendo na área são *Bryconops* sp., *Apistogramma commbrae, Cyphocharax gillii, Pygocentrus nattereri, Astyanax asuncionensis, Hemigrammus ulreyi, Aphyocharax anisitsi* e *Poptella paraguayensis.*

Tabela 6.2. Lista de peixes e números de espécimes coletadas em um braço morto do rio durante o dia (de 7:45hr as 8:20hr em 2 de septembro, 1998) e durante a noite (18:30hr as 18:45hr em 3 de setembro,1998) perto da Fazenda Rio Negro, Estação Georeferencia N14 (19º 34.54' S, 56º 14.62' W), Mato Grosso do Sul, Brasil.

	Número de Espécimes	
Taxa	**Dia**	**Noite**
Characiformes		
Anostomidae		
Leporinus friderici	2	2
Schizodon borellii	-	1
Characidae		
Acestrorhynchus pantaneiro	3	-
Aphyocharax anisitsi	-	1
Astyanax asuncionensis	4	27
Bryconops sp. 1	8	2
Characidium sp. 2	-	1
Holoshesthes pequira	-	1
Hyphessobrycon eques	-	3
Markiana nigripinnis	-	2
Moenkhausia dichroura	220	33
Moenkhausia intermedia	-	2
Poptella paraguayensis	45	119
Roeboides paranensis	-	20
Serrapinnus cf. *calliurus*	-	3
Serrasalmus spilopleura	-	1
Tetragonopterus argenteus	1	46
Triportheus nematurus	-	3
Curimatidae		
Curimatella dorsalis	-	78
Steindachnerina brevipinna	-	1
Erythrinidae		
Hoplias sp. 2	-	2
Hemiodontidae		
Hemiodopsis semitaeniatus	5	-
Siluriformes		
Callichthyidae		
Corydoras sp.	-	5
Doradidae		
Trachydoras paraguayensis	-	1
Pimelodidae		
Pimelodella sp.	23	83
Gymnotiformes		
Sternopygidae		
Eigenmannia virescens	-	1
Perciformes		
Cichlidae		
Bujurquina vittata	-	37
Chaetobranchopsis australe	-	3
Gymnogeophagus balzanii	13	2
Satanoperca pappaterra	1	-
Total =	**325 (11 espécies)**	**480 (27 espécies)**

Os peixes coletados no próprio Rio Negro podem ser divididos de acordo com dois habitats: i) brejo e ii) canal de fluxo lento. As espécies mais abundantes na área de brejo incluíram *Hyphessobrycon eques, H. elachis, Moenkhausia intermedia, Cyphocharax gillii, Apistogramma borellii, A. commbrae, Serrapinnus calliurus, Bujurquina vittata, Scoloplax empousa, Astyanax asuncionensis* e *Pyrrhulina australis* entre outras. No canal de fluxo lento as espécies incluíram: *Pyrrhulina australis, Eigenmannia trilineata, Rineloricaria* sp., *Poptella paraguayensis, Cyphocharax gillii, Brachyhypopomus* sp., *Hyphessobrycon callistus, Apistogramma borellii, A. commbrae, Scoloplax empousa, Moenkhausia intermedia, Crenicichla edithae, Laetacara dorsiger, Serrasalmus spilopleura* e *Corydoras hastatus.*

A observação geral mais importante que pode ser feita é que o número de espécies aumenta das cabeceiras em direção à base das bacias (66 na parte alta do Rio Negro a 113 na parte baixa do Rio Negro, 26 na parte alta do Rio Taboco a 77 na parte média do Rio Taboco). Existem duas possíveis explicações para isto i) as cabeceiras dos rios são pequenas e simplesmente comportam poucos peixes ii) a complexidade dos habitats das cabeceiras é mais baixa. As cabeceiras normalmente consistem de canais de porte pequeno a médio com substratos predominantemente arenosos e às vezes lodosos. O fluxo da água varia de moderado a rápido. Enquanto isso, a vegetação aquática é diferente, gramíneas terrestres estão em parte submersas na margem do rio e emaranhados de galhos também podem estar presentes. No entanto, a complexidade de habitat na base das drenagens é alta. Canais podem ser largos com substratos arenosos ou lamacentos e o fluxo da água varia de parado a rápido, embora nunca tão rápido quanto nas cabeceiras dos riachos. Braços mortos, baías e brejos são abundantes e todos variam em tamanho, substrato e características de vegetação. A vegetação aquática pode variar de densa a ausente. Como nas cabeceiras, paulama e vegetação terrestre imersa são freqüentes na margem.

Muito da diversidade de habitat da região do Rio Negro pode ser atribuída a enchente periódica. Níveis altos de água rejuvenescem os brejos e as baías; os cursos dos rios formam meandros e mudam; braços mortos são criados e destruídos. O impacto das enchentes é maior na parte baixa do Rio Negro onde os níveis da água podem atingir três metros ou mais. O Rio Anhumas tem uma intensidade de enchente onde os níveis das águas sobem apenas um metro ou menos e a maior parte da região permanece seca durante o verão, exceto durante os anos mais chuvosos.

Qualquer redução no nível das enchentes pode resultar em uma diminuição na complexidade de habitats, porque os canais dos rios diminuiriam de tamanho e as baías e brejos secariam. A região de Anhumas se assemelharia a parte alta do Rio Negro. O médio e baixo Rio Negro começaria a se assemelhar ao status atual de Anhumas. Conseqüentemente, o número de espécies deve diminuir em cada região. Outra observação geral é que algumas espécies são encontradas apenas em certas áreas. *Astyanax* spp. (exceto *A. asuncionensis*), *Bryconamericus* spp., Characidae sp. A, *Parodon gestri* e muitas espécies de Loricariídeos típica de corredeiras estão restritas às cabeceiras. Muitos *taxa* só foram coletados na planície alagável. Por exemplo, Gymnotiformes, *Synbranchus* sp. e *Cichlidae* spp. são mais comuns em situações onde o fluxo é lento e a vegetação abundante. *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus* spp. são mais comuns em grandes corpos d'água com altas temperaturas. Existem *taxa* como *Aphyocharax dentatus, Characidium* sp. 2, Hoplias spp. e *Loricariichthys platymetopon* que podem ser encontrados por toda a região da bacia do Rio Negro, corroborando o fato de que não é suficiente conservar a região ou habitat com o maior número de espécies, porque regiões ou habitats diferentes abrigam espécies não encontradas em outros lugares.

As espécies são muitas vezes adaptadas a ambientes que apresentam condições particulares. *Synbranchus* sp. e *Callichthys callichthys* entre outras são capazes de utilizar oxigênio atmosférico o que permite sua sobrevivência quando confinadas em corpos d'água pobres em oxigênio, depois das cheias. Alguns (ex: *Synbranchus* sp.) podem até se locomover por terra à procura de corpos d'água mais adequados. O ciclo de vida de muitos *taxa* são sazonais com reprodução e rápido crescimento estimulado pelas enchentes (Lowe-McConnell, 1975, 1987; Goulding, 1980; Ferraz de Lima, 1987). Alguns *taxa* migram rio acima para reproduzir (Resende *et al.,* 1995), enquanto outros nadam em direção à vegetação alagável Independente do local de desova muitos juvenis procuram abrigo na planície alagável (Bonetto, 1986; Godinho e Godinho, 1994; Agostinho e Zalewski, 1995), como foi verificado pelo grande número de peixes coletados nos braços mortos, brejos e baías durante a expedição AquaRAP. Estes jovens usam estes ambientes como habitat de alimentação e crescimento (Catella e Petrere, 1996; Resende *et al.,* 1996). A destruição dessas áreas de berçário teriam conseqüências desastrosas sobre a população local de peixes, um efeito que teria implicação nos níveis tróficos mais elevados da cadeia alimentar, já que muitos pássaros e répteis se alimentam principalmente de peixes (Catella e Petrere, 1996).

Embora nosso foco seja em organismos aquáticos (peixes) é necessário considerar fauna e flora terrestres porque as águas são deficientes em nutrientes, sem os quais a produtividade é reduzida. Além disso, acredita-se que produtividade seja relativamente alta no Pantanal, apesar da produtividade primária ser aparentemente baixa nas águas escuras e transparentes. Isto é devido a um input terrestre de nutrientes. Na parte alta do Rio Negro, este input terrestre se origina da mata ciliar quando galhos e folhas caem nos riachos se decompõe, e entram na cadeia alimentar via insetos aquáticos e alguns peixes os quais por sua vez são

predados por outros peixes (Saul, 1975; Watson e Balon, 1984; Lowe-McConnell, 1987). Insetos terrestres (particularmente formigas [Saul, 1975]) também caem dentro da água em grandes números e são rapidamente devorados (Castro e Casatti, 1997).

O input terrestre de nutrientes também é importante na parte média e baixa do Rio Negro, onde a situação é mais complexa e em maior escala porque o input terrestre não é limitado a mata ciliar. Quando as enchentes periódicas cobrem campos e matas adjacentes, grandes quantidades de nutrientes são liberadas nas águas numa época em que muitas espécies de peixes realizam seu maior crescimento anual (Roberts, 1972; Goulding, 1980; Lowe-McConnell, 1987).

Quando as águas baixam, a vegetação decomposta fica retida nas baías, brejos e braços mortos fornecendo alimentação para os organismos aquáticos locais (Watson e Balon, 1984; Catella e Petrere, 1996). Plantas aquáticas são também numerosas nessas áreas porque elas também requerem nutrientes para viver e crescer. Essas plantas representam uma fonte adicional de produtividade primária, além de oferecer abrigo para peixes pequenos e aumentar a complexidade desses habitats. Sem a mata ciliar e as enchentes periódicas, o input de nutrientes terrestres diminuiria drasticamente e o impacto na vida silvestre seria desastroso.

Grupo Cabeceira

Os peixes são os animais mais importantes dentre os vertebrados para avaliar a diversidade e propor medidas de conservação e manejo de ecossistemas aquáticos. Em geral, as áreas das cabeceiras foram pouco inventariadas e como resultado a ictiofauna das cabeceiras é menos conhecida do que a dos canais principais dos rios. No Pantanal, isso não é diferente. Antes da expedição AquaRAP muito pouco era conhecido da parte de planalto das principais bacias dos rios porque as atividades de coleta foram realizadas nas partes da planície pantaneira. Por isso, uma porcentagem alta de novas espécies eram esperadas, como também sugerem Catella *et al.* (1997).

Parte Alta do Rio Negro

Na parte alta da bacia do Rio Negro, alguns rios foram inventariados ambos acima e abaixo das quedas d'água, Em geral, as áreas abaixo das quedas d'água estão em melhor estado de conservação (especialmente o Rio do Peixe e a cachoeira do Kubota) e por isso são áreas potencialmente mais apropriadas para conservação.

Parte Alta do Rio Aquidauana

Na parte alta da bacia do Rio Aquidauana apenas três coletas foram realizadas, por isso os resultados não podem ser considerados como representativo de toda a região. Dos três rios inventariados, um deles 7 km ao norte de Rochedo, estava em bom estado de conservação e revelou diversidade maior do que os outros dois. Um total de 23 espécies foi coletado na região (Apêndice 6). *Bryconamericus exodon* e *Creagrutus* sp. A, foram os caracídeos mais abundantes. Os bagres estavam representados por *Cochliodon cochliodion, Farlowella* sp. 1 e *Rineloricaria* sp. 1.

Parte Alta do Rio Taquari

Em geral, as áreas acima e abaixo das quedas d'água têm as mesmas características das áreas da parte alta do Rio Negro. Além dos riachos na parte alta da bacia do Rio Taquari (incluindo o Rio Jaurú), as veredas também foram inventariadas. Um total de 52 espécies foi coletado nessa região (Apêndice 6). Um grande número de *Astyanax* spp. foi coletado, particularmente com relação as duas novas espécies desse gênero. Outros caracídeos encontrados foram: *Jupiaba acanthogaster, Moenkhausia intermedia, Odontostilbe calliura* e *Xenurobrycon macropus*. Muitas *Corydoras polysticus* e *Rineloricaria* sp. 1, também foram coletadas. Uma espécie de Pimelodidae, o qual pode ser *Imparfinis stictonotus*, estava sempre presente nos substratos arenosos. Esta região apresentou mais Gymnotiformes do que qualquer outra área das cabeceiras.

Parte Alta do Rio Miranda

Na parte alta da bacia do Rio Miranda (de Bonito a Bodoquena), rios correm sobre leito calcário e conseqüentemente as águas são muito transparente e alcalina nessas corredeiras e quedas d'água inventariadas. A vegetação aquática (macrófitas) é muito abundante em algumas áreas.

A ictiofauna desta região como um todo é muito peculiar e apresenta muitas formas endêmicas. A diversidade é alta comparada com outras áreas das cabeceiras – um total de 52 espécies foi coletado nessa região (Apêndice 6). *Holoshestes pequira, Jupiaba acanthogaster, Moenkhausia intermedia* e *Odontostilbe calliura* foram particularmente numerosas e quatro das cinco novas espécies de *Astyanax* foram coletadas. *Corydoras aeneus, Ancistrus* sp. 1 e *Otocinclus bororo* foram os bagres encontrados em maior quantidade. A população de *O. bororo* é o registro mais ao sul dessa espécie, previamente apenas registrada nas cabeceiras ao norte do Pantanal (Schaefer, 1997).

Parte Baixa do Rio Negro

Na parte baixa da bacia do Rio Negro, apenas duas baías isoladas foram inventariadas (estações georeferenciadas C27 e C28). A presença de uma grande diversidade de peixes e anfíbios sugere comunicação com sistemas aquáticos adjacentes, provavelmente representando áreas de berçário e de alimentação para peixes e outros vertebrados aquáticos. As baías são ecossistemas valiosos e únicos dentro do Pantanal e portanto devem ser conservadas. Doze *taxa* foram coletados nessas duas baías. *Pyrrhulina australis* e *Moenkhausia intermedia* foram os dois mais abundantes

encontrados. Ambos também foram encontrados na região das cabeceiras. Outras espésies abundantes incluem: *Laetacara dorsigera, Brachyhypopomus* sp. C. e *Aphyocharax paraguayensis*. Estes *taxa*, por exemplo, raramente são encontrados nas cabeceiras. Os caracídeos são bem distribuídos, enquanto outros como os ciclídeos e peixes elétricos estão muito restritos as áreas de planície.
Como esperado, as áreas das cabeceiras tem um grau de endemismo mais alto em nível de espécies, portanto são muito distintas de outras áreas da planície do Pantanal. No entanto, os trechos dos rios localizados acima das quedas d'água são menos produtivas e diversificadas do que as regiões de planície. O estado de conservação dos ecossistemas aquáticos tem implicações diretas no requerimento ecológico e biologia das espécies. Em ambientes aquáticos preservados, o número de nichos ecológicos é maior e conseqüentemente a diversidade é mais alta. Sob essas condições, um número maior de representantes da maioria dos grupos das espécies de peixes pode ser encontrado bem adaptado ao meio ambiente. Muitas espécies de characiformes, siluriformes, gymnotiformes e ciclídeos foram encontrados ocupando nichos diferentes. Por exemplo: a maioria dos Characiformes e ciclídeos é mais ativa durante o dia e entre estes dois grupos existem onívoros, carnívoros e detritívoros; enquanto a maioria dos siluriformes e gymnotiformes é aparentemente mais ativa durante a noite e se alimenta principalmente no fundo.

Em ecossistemas altamente impactados (poluídos e/ou assoreados) são encontradas espécies oportunistas, sobretudo aquelas que se adaptaram às condições alteradas. Entre estas estão espécies do gênero *Astyanax* e alguns Tetragonopterinae os quais estão aparentemente bem adaptados a esse tipo de ambiente. Poucos microhabitats estão disponíveis, embora em áreas onde a vegetação aquática está presente nas margens é possível encontrar certas espécies protegidas pela vegetação. Dentre esses tipos de ambientes, espécies da família Loricariidae (*Sturisoma, Loricaria, Farlowella, Otocinclus, Hypoptopoma, Ancistrus, Hypostomus*) são muito comuns.

Particularmente notável foi a diversidade, riqueza e abundância das espécies encontradas nas águas transparentes da região calcária da bacia do Rio Miranda em Bonito e áreas adjacente. Espécies migratórias como o dourado (*Salminus maxillosus*), piraputanga (*Brycon microlepis*) e piau (*Leporinus* spp.) são muito comuns e abundantes até mesmo em sistemas aquáticos localizados perto da cidade. Em algumas baías é comum encontrar *Tetragonopterus*, um gênero altamente migratório, vivendo sob vegetação aquática assim como bagres e cascudos habitando e explorando o substrato a procura de comida.

Pesca

No Pantanal, flora e fauna se combinam em um sistema hidrológico complexo formado por vários subsistemas aquáticos como rios, corixos (pequenos cursos d'água perenes com canais definidos que ligam baías adjacentes), vazantes (canais naturais de bacia que existem apenas durante a estação da cheia e que não possuem margens definidas), vários tipos de lagos, brejos e outros (Mourão, 1989). A heterogeneidade do ambiente favorece uma alta diversidade local da ictiofauna, já que durante a estação chuvosa os rios transbordam e muitos desses corpos d'água se juntam formando uma vasta planície alagável, criando extensivos habitats aquáticos para alimentação e crescimento garantindo assim uma grande produção de biomassa.

Muitas das espécies importantes para pesca são peixes de piracema (espécies que migram rio acima para reproduzir). Esta estratégia é usada para maximizar a produção reprodutiva e está adaptada a previsibilidade dos ciclos anuais das cheias e secas. Resende *et al.* (1996) observou que estas espécies têm alta fecundidade e fazem desova integral com um período reprodutivo curto. Durante a estação da seca os peixes se concentram nos rios formando cardumes e iniciam uma migração ascendente. Eles alcançam a parte alta dos cursos d'água no começo da estação chuvosa e se reproduzem. Logo, adultos, ovos e larvas rodam rio abaixo, atingindo as áreas alagáveis onde permanecem durante o período das cheias. Quando as águas começam a baixar, os peixes retornam em massa para os rios em um fenômeno chamado "lufada". Este evento é mais eminente ao norte do Pantanal. Ferraz De Lima (1981) descreve que os peixes carnívoros se acumulam à espera dos pequenos forrageiros e que na espreita dos grandes peixes encontram-se os pescadores, que aguardam ansiosos por esta oportunidade, quando realizam pescarias muito produtivas.

Da produção pesqueira de 1995, o equivalente a 68% foi capturada apenas no Rio Paraguai e no Rio Cuiabá, seguindo em ordem decrescente os rios Miranda, Aquidauana, Taquari, Manso e São Lourenço (Catella *et al.,* 1997). A pesca está atualmente focada em espécies de grande e médio porte do Pantanal; espécies consideradas "nobres" por serem vistas como troféus pelos pescadores esportivos e atingem os maiores preços do mercado para os pescadores profissionais. Embora mais de 260 espécies peixes ocorram na área (Britski *et al.,* 1999) apenas nove espécies representam mais de 80% do total de peixes capturados registrados no Pantanal nos últimos anos. Entre os Characiformes, citamos o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), dourado (*Salminus maxillosus*), piranha (*Pygocentrus nattereri*) e curimbatá (*Prochilodus lineatus*). Os outros são siluriformes, como, por exemplo, pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), barbado (*Pinirampus pirinampu)* e jaú (*Paulicea luetkeni*) (Catella *et al., 1997).* Os

estudos feitos por Mateus e Petrere (no prelo) sugerem que o pintado ainda está sendo subexplorado no estado de Mato Grosso. Uma vez que os dados cumulativos são computados pelo Sistema de Controle da Pesca do estado de Mato Grosso do Sul – SCPESCA/MS, criado em 1994, informações sobre o grau de exploração de cada espécie estará disponível brevemente.

A pesca representa uma importante atividade socioeconômica na área do Pantanal, tanto no estado de Mato Grosso como no estado de Mato Grosso do Sul, sendo interrompida a cada ano por três meses durante o pico do período reprodutivo, usualmente de novembro a janeiro. A pesca está dividida em três categorias principais: i) pesca de subsistência – integrada à cultura regional e uma importante fonte de proteína para as populações ribeirinhas; ii) pesca esportiva - que se tornou uma das principais atrações turísticas regionais, especialmente no Mato Grosso do Sul iii) pesca profissional - uma atividade que envolve diretamente 3000 pescadores. Catella *et al.* (1996) comentam sobre o pescador Pantaneiro: "Durante muitas gerações, o pescador profissional acumulou um vasto conhecimento sobre o ecossistema pantaneiro. Identificam cardumes de peixes e seus deslocamentos observando a superfície das águas. Conhecem os habitats, o horário ideal do dia e do ano, as técnicas e as iscas específicas para a captura de cada espécie de peixe e manufaturam seus próprios instrumentos de pesca como canoas, redes e anzóis. Acampam usufruindo os recursos locais, usando várias plantas nativas como remédios ou por suas fibras, conhecem as propriedades de muitas madeiras para muitos propósitos e estão familiarizados com os hábitos de muitos dos integrantes da fauna regional". Recentemente uma nova categoria de pesca foi criada – a pesca de iscas vivas, a qual explora seis espécies, principalmente *Gymnotus* gr. *carapo,* que são vendidos aos milhares para pescadores esportistas para serem usados como iscas (Espinoza, 1996).

Infelizmente, não existe uma série de dados contínuos sobre a exploração de peixes no Pantanal. Uma síntese da informação disponível pode ser visualizada na tabela 6.3. Analisando os dados de desembarque de peixes na Tabela 6.3, três aspectos importantes são evidentes: i) Mato Grosso historicamente adotou regulamentos mais liberais para a pesca, permitindo uma captura maior, como foi observado por Welcomme (1986); ii) a partir da década de 1980 em ambos estados, a pesca profissional se tornou menos produtiva com a proibição do uso de equipamentos mais eficientes como redes de malha, o que também influenciou o aumento de preços de peixes no mercado, iii) dessa década em diante, o perfil da pesca mudou radicalmente principalmente no estado de Mato Grosso do Sul, com o crescimento da pesca esportiva que passou a representar de 70% a 80% da captura total.

O número anual de pescadores esportivos que visitam Mato Grosso do Sul saltou de 17.000 no período de 1979-1981 (Silva, 1986) para 43.921 em 1995 (Catella *et al.,* 1997) e 51.561 em 1996 (Catella e Albuquerque, no prelo). O setor turístico foi estruturado para oferecer transporte, hospedagem, alimentação e outros serviços específicos para essa clientela. O número de pescadores esportivos que visitam o estado de Mato Grosso é no máximo 1/3 do movimento dirigido ao Mato Grosso do Sul.

Portanto, observa-se que o estado de Mato Grosso do Sul, sob a pressão de um forte lobby, adotou uma legislação de uso dos recursos pesqueiros que favorece a pesca esportiva. Isto se torna evidente pelas medidas restritivas impostas aos pescadores profissionais pela legislação estadual. No entanto, Petrere *et al.* (1993) questionam os impactos dessa legislação na conservação dos estoques pesqueiros da região. Afirmam que, optando-se por uma legislação mais adequada aos anseios dos pescadores profissionais, seguramente estes se tornarão um dos aliados mais fortes para a conservação desses recursos e fiscalização da pesca. Acrescentam ainda que é necessário respeitar o seu modo de vida e visão do mundo, que devem ser encarados como patrimônio cultural brasileiro.

Tabela 6.3. Desembarque de peixes no Pantanal de Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) para os anos de 1995 e 1996 e uma média para o período de 1980 a 1989.

Ano	Pesca Profissional MT	Pesca Profissional MS	Pesca Esportiva MS
1980/89	4.826	2.206	?
1995	1.020	310	960
1996	?	275	1.034

Fontes: Catella *et al.* (1997), Catella e Albuquerque (1999), Catella e Albuquerque (no prelo).

AMEAÇAS E CONSEQÜÊNCIAS

Parte Alta do Rio negro

A ameaça mais óbvia é devida a ocupação antrópica que tem resultado em desmatamento para criação de pastagens para pecuária e atividades agrícolas, assim como derrubada de árvores para a fabricação de carvão. Na maioria das áreas a mata ciliar está altamente perturbada, exceto em áreas adjacentes as quedas d'água. O desmatamento diminui o aporte de material alóctone nos rios e promove erosão e assoreamento, cobrindo o substrato com sedimentos finos. A diminuição na quantia do material alóctone remove a fonte crítica de nutrientes, que é a maior fonte de energia para os sistemas das cabeceiras. Este efeito juntamente com assoreamento resulta em uma grande redução de três tipos de fonte de alimentação para os peixes das cabeceiras – esses são invertebrados alóctones, invertebrados aquáticos e algas associadas a substratos duros.

O desmatamento também aumenta a vazão dos rios e a diminuição do número de árvores mortas e galhos nos rios reduz a heterogeneidade de habitats e a quantidade de nichos em potencial, e conseqüentemente diminuindo a diversidade de espécies. A insolação é outro fator que pode afetar drasticamente a sobrevivência de certas espécies. Reflorestamento de áreas impactadas com plantas nativas parece ser a solução mais razoável para aumentar a oferta de alimentos alóctones para peixes e para evitar erosão do solo marginal. Na parte alta do Rio Taboco, as veredas são ecossistemas frágeis e ameaçadas especialmente pelo assoreamento.

Outra ameaça devido à presença humana inclui o uso de pesticidas na agricultura. Em alguns lugares da região da parte alta do Rio Negro, acampamentos e fogueiras foram encontrados, indicando que pelo menos algumas áreas estão sendo utilizadas para recreação. A falta de regulamentação para atividades de camping resulta em danos ao meio ambiente causados por poluição doméstica e perturbação de habitats. Ocorrem ainda queimadas e desmatamentos de pequenas áreas, adicionando nutrientes extras e gerando lixo.

A aceleração desses processos de interferência antrópica irá agravar a situação futura, porém o grau de impacto negativo não pode ser muito grande já que a diversidade atual de peixes da região ainda é relativamente alta. Em geral, seções abaixo de quedas d'água estão em melhor estado de preservação (especialmente Rio do Peixe e cachoeira de Kubota), conseqüentemente as áreas que apresentam melhor oportunidade para conservação são aquelas menos impactadas e com maior diversidade, como as do Rio do Peixe. De uma maneira geral, a fauna íctica das áreas de cabeceiras dentro dessa região é pouco conhecida e são necessários inventários extensivos em grande escala-para melhor avaliar a diversidade e riqueza da região.

Parte Média do Rio Taboco e Anhumas

As principais ameaças para esta região se originam do desmatamento, principalmente para formação de pastagens, *in situ* e nas cabeceiras. A introdução de gramíneas exóticas também tem sido uma prática comum, e atividades turísticas estão em ascensão, principalmente a pesca esportiva. Os efeitos negativos do desmatamento e do turismo são os mesmos descritos em outras seções. Na região de Anhumas, o córrego Anhumas se origina no planalto sendo utilizado por cardumes de peixes que migram rio acima para reproduzir. Como o canal varia de pequeno a médio, pequenas mudanças poderiam ter efeitos desastrosos para a reprodução de peixes na área. Mudanças na qualidade da água afetariam diretamente a composição das comunidades de peixes e a única fonte de água limpa disponível para a região.

Parte Média do Rio Negro

Esta região ainda está bastante conservada, apesar de estar sendo usada para pecuária nos últimos 200 anos. Atualmente as atividades turísticas estão aumentando – principalmente pesca esportiva e ecoturismo. Estas atividades turísticas estão regulamentadas, porém o regulamento não é cumprido. Embora desmatamento e queimadas na área não sejam muito intensos, essas atividades foram observadas em algumas áreas. Alguns fazendeiros têm plantado gramíneas exóticas para aumentar a produtividade, mas o desmatamento na região das cabeceiras parece ser a maior ameaça para esta área o que resultaria em grave assoreamento da parte média do Rio Negro, um processo que já é avançado ao norte do Rio Taquari. Isto poderia também causar enchentes mais prolongadas e maiores, afetando a dinâmica dos ecossistemas locais e rio abaixo. Haveria uma diminuição na quantidade de alimentos disponíveis para os peixes, especialmente durante o período das cheias. A disponibilidade de sítios de reprodução e refúgios para juvenis também seriam alterados. Qualquer diminuição na disponibilidade de peixes teria um grande impacto na população de aves aquáticas devido à falta de alimento para adultos e juvenis. Como as florestas estão basicamente situadas em terreno ligeiramente mais alto, a remoção dessa vegetação resultaria em erosão rápida das características geográficas regionais uma vez que o solo é composto principalmente por areia. O desmatamento eliminaria a retenção dos solos, causando assoreamento.

Acredita-se que a hidrovia Paraguai-Paraná não causará um grande impacto na região de cabeceiras, mas afetará Anhumas e a região da parte média do Rio Taboco e devastaria a parte média e baixa do Rio Negro. Os efeitos diretos da hidrovia seriam uma diminuição na quantia de áreas alagáveis e uma queda na duração e intensidade das enchentes. As baías secariam ou se tornariam salinas, os brejos também desapareceriam, braços mortos eventualmente se encheriam de areia, lodo e detritos devido à falta de

enchente. Os canais principais se tornariam habitats primários para peixes sem as influências rejuvenescedoras das enchentes. A biomassa de peixes e o número de espécies diminuiriam drasticamente devido à perda de áreas alagáveis e redução na diversidade de habitats. Muitas espécies deixariam de reproduzir sem o estímulo causado pelas enchentes e a destruição de áreas de berçário significa que muitos juvenis nunca atingiriam idade adulta. Até mesmo os peixes adultos dependem das áreas alagáveis como sítio de alimentação, já que a maior parte do crescimento anual ocorre durante este período. Outros projetos de dragagem e canalização teriam o mesmo impacto dentro de suas áreas de influência.

Parte Baixa do Rio Negro

As ameaças nesta área são as mesmas que na parte média da região do Rio Negro, porém o desmatamento tem sido mais intenso, turismo e pesca esportiva são muito mais comuns e queimadas ocorrem mais freqüentemente. Os efeitos de desmatamento, queimada e da hidrovia Paraguai-Paraná já foram discutidos em seções anteriores. As baías são ecossistemas únicos com grande diversidade e riqueza e como tais, apresentam boas oportunidades para estabelecer unidades de conservação no Pantanal.

A área é de fácil acesso com muitos hotéis já estabelecidos e mesmo muitas fazendas que estão sendo usadas parcialmente como hotéis. Atividades turísticas e pesca esportiva promovem um grande volume de tráfego no rio, o que explica uma quantidade significativamente maior de lixo nessa área do que em outras partes da Bacia do Rio Negro. O aumento nas atividades turísticas da área podem trazer sérias conseqüências se não forem regulamentadas e fiscalizadas propriamente. Essas conseqüências incluem: distúrbio do meio ambiente, influência direta sobre espécies de aves, mamíferos e répteis. O excesso de pessoas e problemas no comportamento de observadores da fauna vem perturbando a reprodução das colônias de aves aquáticas da área. Nos últimos três anos, aves têm abandonado seus ninhos e filhotes, em parte devido a atividades turísticas. A grande quantidade de tráfego no rio também aumenta a erosão das margens dos rios e conseqüentemente aumenta a turbidez da água.

A pesca esportiva pode reduzir os estoques pesqueiros e remover os maiores indivíduos de uma população específica. A atividade é regulamentada, porém a fiscalização pode ser difícil. Outro problema relacionado à pesca esportiva é o aumento de tráfego no rio que resulta em erosão e perturbação do meio ambiente, aumentando da quantidade de lixo e iscas vivas. Os principais peixes usados como iscas na região são as espécies: *Gymnotus, Astyanax* e *Triportheus*. A pesca indiscriminada dessas espécies reduz suas populações e cria um grande impacto nos locais onde essa pesca é realizada.

A introdução de espécies exóticas é sempre perigoso, como inúmeros exemplos por todo o mundo já mostraram. Nenhuma *taxa* introduzida foi coletada na expedição AquaRAP, embora o tucunaré (*Cichla* spp.) já tenha sido introduzido na região (Catella *et al*.,1996). Sempre existe o perigo de que outras espécies como, por exemplo: *Tilapia* spp., *Cyprinus carpio,* vários Siluriformes, vários centrarquídeos, *Poecilia reticulata*. também sejam transplantadas. Não existe motivo para introduzir espécies no Pantanal. A produtividade já é extremamente alta e peixes nobres (por exemplo: dourado (*Salminus maxillosus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), piranha (*Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus* spp.)) são abundantes (Catella *et al.,* 1996).

Parte Alta do Rio Aquidauana

O pequeno número de inventários nesta área não permite maiores comentários sobre a representatividade da região além do que já foi dito sobre as cabeceiras em geral. Dos três rios inventariados, um a 67 km de Rochedo estava em bom estado de conservação e revelou uma diversidade maior do que os dois outros rios inventariados.

Parte Alta do Rio Taquari

Em geral, o meio ambiente aquático desta região está mais alterado do que os da parte alta do Rio Negro. Como conseqüência, esta região como um todo, encontra-se mais ameaçada. O grau de desmatamento é maior devido à ocupação antrópica. Pecuária é intensa, deixando muito pouca mata ciliar ao longo dos rios e riachos e causando grande assoreamento em todos os rios da área. A despeito do impacto negativo, a diversidade ainda é alta, particularmente abaixo das quedas d'água. Alguns corpos d'água, como as veredas quando intactas ou pouco alteradas, representam um ecossistema único com alta diversidade e endemismo e a conservação desses ecossistemas é altamente recomendada. Todos os comentários sobre ameaças, oportunidades para conservação e recomendação para a parte alta do Rio Negro também se aplicam a esta região.

Parte Alta do Rio Miranda

Nesta região atividades turísticas têm sido promovidas ativamente, mantendo os ecossistemas bem preservados. Desde que a pesca e a navegação não são permitidas, os peixes estão protegidos naturalmente na maioria dos lugares. As maiores ameaças para o ecossistema, no entanto, são a ocupação humana e o aumento da população de cidades causado pelo aumento das atividades turísticas que podem interferir no equilíbrio natural dos sistemas aquáticos, por sua vez afetando a diversidade e riqueza das populações de peixes. Além do mais, a exploração de calcário para propósitos industriais pode promover desmatamento indiretamente, causando erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água o que altera a qualidade da água. Muitas áreas nesta região representam boa oportunidade para projetos de

conservação e alguns locais já estão protegidos por causa do turismo. Outras unidades de conservação (ex: drenagens inteiras) são altamente recomendadas, considerando a existência de muitas espécies migratórias (Ferraz de Lima, 1987; Resende *et al.,* 1995).

A fauna íctica como um todo é muito peculiar e com muitas formas endêmicas. A diversidade é alta comparada as cabeceiras. Como o conhecimento da ictiofauna ainda é incipiente, inventários extensivos são altamente recomendados para fornecer informações adicionais durante a implementação da legislação para conservação ambiental e planos de manejo para a região. Além do mais, estudos da biologia e ciclos de vida de espécies migratórias, como *Brycon microlepis, Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus* são altamente recomendados para melhor preservar estas espécies.

PROPOSTAS DE RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E PESQUISAS FUTURAS

- Nas regiões de cabeceiras, as áreas que ainda estão intactas devem ser preservadas para manter a vegetação das margens. O desmatamento deve ser interrompido e um programa de reflorestamento ao longo das margens dos rios deve ser implementado.

- Locais cênicos como as quedas d'água e corredeiras já estão sendo explorados, mas de uma maneira não regulamentada e desorganizada. Estes locais poderiam ser usados como uma fonte de recursos se o turismo local for organizado e promovido. Programas educacionais devem ser criados para ajudar conscientizar a população sobre a importância da preservação e do turismo regulamentado.

- Os buritizais (um dos tipos de habitats alagáveis dominados pela palmeira *Mauritia*) da parte alta da região do Rio Taboco devem receber atenção especial devido a sua singularidade e importância como fonte de água limpa.

- Para as áreas de planície visitadas pela expedição, proteção de áreas ainda bem conservadas deve ser promovida. Isto pode ser feito através das atividades de ecoturismo, mas primeiro estas atividades devem ser regulamentadas e uma estrutura de fiscalização criada. Programas educacionais para proprietários locais, guias, pescadores também devem ser implementadas focando em reciclagem de lixo, controle da poluição, boas práticas de pesca (especialmente promoção de pesque e solte, uma lei que já vigora na Bacia do Rio Negro, mas ainda não foi totalmente adotada pela maioria dos pescadores), e guia de comportamento geral enquanto na região.

- O brejo de Santa Sofia na parte média do Rio Negro deve receber atenção especial com programas de informação almejando fazendeiros locais e se possível estabelecer uma unidade de conservação.

- A sub-bacía do Rio Taboco deve também receber atenção especial para preservar as diferenças da fauna do Rio Negro.

- Existe um potencial na área para o estabelecimento de cooperativas com pessoas locais para extrair peixes para aquariofilia de lagos nas partes média e baixa das regiões do Rio Negro. Também, jacarés, capivaras e queixadas, podem ser manejados e talvez criados em cativeiros como fonte de alimentação humana.

- Estudos adicionais do ciclo de vida de espécies migratórias como, por exemplo: *Brycon microlepis, Salminus maxillosus* e *Prochilodus lineatus*, devem ser promovidos. Elas podem ser utilizadas comercialmente e para atividades de recreação. Como essas espécies normalmente nadam longas distâncias, grandes unidades de conservação como por exemplo drenagens inteiras devem ser consideradas. Cooperação internacional é necessária porque alguns peixes atravessem fronteiras entre países.

- Atividades que diminuem a superfície de áreas alagáveis ou alteram a intensidade e duração das enchentes sazonais devem ser controladas. Alguns exemplos dessas atividades são dragagem, canalização e a Hidrovia Paraguai-Paraná. Cheias sazonais são o principal fator ecológico no Pantanal e a eliminação desta cheia resultaria na perda de área de habitat aquático, diminuição na complexidade dos habitats, queda na biomassa de peixe e diminuição no número de espécies de peixes. Como os peixes são parte integral da cadeia trófica, muitos répteis e aves também sofreriam pela perda de presas. A pesca profissional e esportiva seriam prejudicadas.

LITERATURA CITADA

Agostinho, A.A. and M. Zalewski. 1995. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paraná River, Brasil. Hydrobiologia 303:141-148.

Bockmann, F.A. 1994. Description of *Mastiglanis asopos*, a

new pimelodid catfish from northern Brasil, with comments on phylogenetic relationships inside the subfamily Rhamdiinae (Siluriformes: Pimelodidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 107:760-77.

Bonetto, A.A. 1986. Fish of the Paraná system. *In* The ecology of river systems. Pp. 573-588. B.R. Davies and K.F. Walker (eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Boulenger, G.A. 1895. Abstract of a report on a large collection of fishes formed by Dr. C. Ternetz at various localities in Mato Grosso and Paraguay, with descriptions of new species. Proceedings of the Zoological Society of London 34:523-529.

Britski, H. A., K. Z. S. de Silimon, and B. S. Lopes. 1999. Peixes do Pantanal: manual de identificação. EMBRAPA, Brasília, Brasil. 184 pp.

Buckup, P.A. 1993. Review of the characidiin fishes (Teleostei: Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. Ichthyological Exploration of Freshwaters 4:97-154.

Burgess, W.E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey. 784 pp.

Calheiros, D.F. and C.J.A. Ferreira. 1996. Alterações limnológicas no Rio Paraguai ("dequada") e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense - MS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 7. 48 pp.

Castro, R.M.C. and L. Casatti. 1997. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River basin, southeastern Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters 7:337-352.

Catella, A.C., J. Peixer, S. da S. Palmeira. 1997. Ictiofauna. *In* Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai - PCBAP-. Volume 2, Tomo 3. Pp. 325-400. Programa Nacional de Meio Ambiente (eds.). Ministério do Meio Ambiente/Programa Nacional de Meio Ambiente, Brasília.

Catella, A.C., F.F. de. Albuquerque (no prelo) Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/ MS 3 - 1996. Corumbá: EMBRAPA PANTANAL/ SEMA-FEMAP, (no prelo), 45p. (EMBRAPAP-CPAP. Boletim de Pesquisa, 15).

Catella, A.C., F.F de Albuquerque, Peixer, J., Palmeira, S. da S. 1999 Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS 2 - 1995. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP/SEMA/FEMAP, 41p. (EMBRAPA PANTANAL. Boletim de Pesquisa, 14).

Catella, A.C., J. Peixer, & S. da S. Palmeira. 1996. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/ MS - 1 maio/1994 a abril/1995. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Documentos 16. 49 pp.

Catella, A.C. and M. Petrere Jr. 1996. Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça, a floodplain lake of the Aquidauana River, Pantanal, Brasil. Fisheries Management and Ecology 3:229-237.

Collette, B.B. 1974. South American freshwater needlefishes (Belonidae) of the genus *Pseudotylosurus*. Zoologische Mededelingen 48:169-186.

Collette, B.B. 1982. South American freshwater needlefishes of the genus *Potamorrhaphis* (Beloniformes: Belonidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 95:714-747.

Eigenmann, C.H. 1911. III. New characins in the collection of the Carnegie Museum. Annals of the Carnegie Museum 8:164-181.

Eigenmann, C.H. and C.H. Kennedy. 1903. On a collection of fishes from Paraguay, with a synopsis of the American genera of cichlids. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 55:497-537.

Eigenmann, C.H., W.L. McAtee, and D.P. Ward. 1907. On further collections of fishes from Paraguay. Annals of the Carnegie Museum 4:110-157.

Ellis, M.M. 1913. The gymnotid eels of tropical America. Memoirs of the Carnegie Museum. 6:109-195.

Eschmeyer, W.N. (ed.). 1998. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco. 3 vol., 2905pp.

Espinoza, L.W. 1996. Principais espécies de iscas utilizadas para pesca turística e sua importância sócio-econômica na região de Corumbá - MS, Pantanal. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CEUC, Corumbá. 92 pp.

Ferraz de Lima, J.A. 1981. A pesca no Pantanal de Mato Grosso. *In* Congresso Brasileiro de Engenharia da Pesca. Pp. 503-515. No. 2. Resumos, Recife, Pernamburco.

Ferraz de Lima, J.A. 1987. A pesca no Pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: importância dos peixes migradores). Acta Amazonica 16/17:87-94.

Fowler, H.W. 1932. Zoological results of the Mato Grosso expedition to Brasil in 1931,-I. Fresh water fishes. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 84:343-377.

Géry, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey. 672 pp.

Géry, J., V. Mahnert, and C. Dlouhy. 1987. Poissons characoïdes non Characidae du Paraguay (Pisces, Ostariophysi). Revue Suisse de Zoologie 94:357-464.

Godinho, H.P. and A.L. Godinho. 1994. Ecology and conservation of fish in southeastern brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. *In:* Acta Limnologica Brasiliensia, Volume V. Pp.187-197. F.A.R. Barbosa (ed.). Fundação Biodiversitas, Sociedade Brasileira de Limnologia, Belo Horizonte.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forest. University of California Press, Berkley. 280 pp.

Heckman, C.W. 1998. The Pantanal of Poconé: biota and ecology in the northern section of the world's largest pristine wetland. Kluwer Academic Publishers, Boston. 622 pp.

Isbrücker, I.J.H. 1981. Revision of *Loricaria* Linnaeus, 1758 (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Beaufortia 31:51-96.

Kullander, S.O. 1982. Cichlid fishes from the La Plata basin. part IV. Review of the *Apistogramma* species, with description of a new species (Teleostei, Cichlidae). Zoologica Scripta 11:307-313.

Kullander, S.O. 1984. Cichlid fishes from the La Plata basin. part V. description of *Aequidens plagiozonatus* sp. n. (Teleostei, Cichlidae) from the Paraguay River system. Zoologica Scripta 13:155-159.

Lowe-McConnell, R.H. 1975. Fish communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology, and evolution. Longman Group Limited, New York. 337 pp.

Lowe-McConnell, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New York. 382 pp.

Lundberg, J.G., L.G. Marshall, J. Guerrero, B. Horton, M.C.S.L. Malabarba, and F. Wesselingh. 1998. The stage for neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. *In* Phylogeny and classification of neotropical fishes. Pp. 13-48. L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena, and C.A.S. Lucena (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.

Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of the continental waters of America (peces eléctricos de las aguas continentales de América). Biblioteca de la Academia de Ciencias Fisicas, Matematicas, y Naturales. Vol. XXIX, Caracas, Venezuela. 225 pp.

Mateus, L.A.F. and M. Petrere. (in press). Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, in the Cuiabá River Basin, Pantanal of Mato Grosso, Brasil.

Mourão, G.M. 1989. Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina") do Pantanal da Nhecolândia, MS. Masters Thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 135 pp.

Muller, S. 1989. Description de deux nouvelles espèces paraguayennes du genre *Ancistrus* Kner, 1854 (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Revue Suisse de Zoologie 96:885-904.

Pearson, N.E. 1937. The fishes of the Beni-Mamoré and Paraguay basins, and a discussion of the origin of the Paraguayan fauna. Proceedings of the California Academy of Sciences 23:99-114.

Petrere, M.P., Catella, A.C. Araújo Lima, e F.L. Nascimento. 1993. Comentários sobre a situação da pesca no Pantanal, Corumbá. Unpublished manuscript. 6 pp.

Reis, R.E. 1997. Revision of the neotropical catfish genus *Hoplosternum* (Osteriophysi: Siluriformes: Callichthyidae), with the description of two new genera and three new species. Ichthyological Exploration of Freshwaters 7:299-326.

Resende, E.K. de, A.C. Catella, F.L. Nascimento, S. da S. Palmeira, R.A.C. Pereira, M. de S. Lima, and V.L.L. de Almeida. 1995. Biologia do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 2. 75 pp.

Resende, E.K. de, R.A.C. Pereira, V.L.L. de Almeida, and A.G. da Silva. 1996. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do Rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Boletim de Pesquisa 3. 36 pp.

Retzer, M.E. and L.M. Page. 1996. Systematics of the stick catfishes, *Farlowella* Eigenmann & Eigenmann (Pisces, Loricariidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 147:33-88.

Ringuelet, R.A., R.H. Aramburu, and A. Alonso de Aramburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. La Plata. 602 pp.

Roberts, T.R. 1972. Ecology of the fishes in the Amazon and Congo basins. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 143:117-147.

Saul, W.G. 1975. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 127:93-134.

Sazima, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. Journal of Fish Biology 29:53-65.

Sazima, I. and E.P. Caramaschi. 1989. Comportamento alimentar de duas espécies de *Curimata* sintópicas do Pantanal de Mato Grosso (Osteichthyes, Characiformes). Revista Brasileira de Biologia 49:325-333.

Sazima, I. and S. de A. Guimarães. 1987. Scavenging on human corpses as a source for stories about man-eating piranhas. Environmental Biology of Fishes 20:75-77.

Sazima, I. and F.A. Machado. 1982. Hábitos e comportamento de *Roeboides prognathus*, um peixe lepidofágico (Osteichthyes, Characoidei). Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo 7:37-56.

Sazima, I. and F.A. Machado. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brasil. Environmental Biology of Fishes 28:17-31.

Schaefer, S.A. 1997. The Neotropical cascudinhos: systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 148:1-120.

Silva, M.V. da. 1986. Mitos e verdades sobre a pesca no Pantanal Mato-Grossense. Campo Grande, MS. Secretaria de Planejamento. 146 pp.

Watson, D.J. and E.K. Balon. 1984. Structure and production of fish communities in tropical rain forest streams of northern Borneo. Canadian Journal of Zoology 62:927-940.

Weber, C. 1986. Revision de *Hypostomus boulengeri* (Eigenmann & Kennedy), et deux espèces nouvelles de poissons-chats du Paraguay (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Revue Suisse de Zoologie 93:979-1007.

Weitzman, M. 1985. *Hyphessobrycon elachys*, a new miniature characid from eastern Paraguay (Pisces: Characiformes). Proceedings of the Biological Society of Washington 98:799-808.

Welcomme, R.L. 1986. Proposal for studies of the fisheries of the Pantanal. FAO. Unpublished manuscript. 6 pp.

Zaret, T.M. and A.S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology 52:336-342.

CAPÍTULO 7

ESTRUTURA BIOGEOGRÁFICA DAS COMUNIDADES DE PEIXES DE ÁGUA DOCE NO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL.

Barry Chernoff e Philip W. Willink

RESUMO

As 193 espécies de peixes de água doce coletadas durante a expedição do AquaRAP no Pantanal do Mato Grosso do Sul foram analisadas a fim de se determinar a existência de algum padrão de distribuição dentro da região estudada. Dentro do Pantanal, as coletas foram agrupadas em nove sub-regiões, sete macrohabitats e três características da água. As seguintes hipóteses nulas foram testadas e rejeitadas: i) a de que os peixes encontram-se distribuídos ao acaso no que diz respeito à região; e ii) a de que os peixes encontram-se distribuídos ao acaso no que diz respeito ao macrohabitat. Os resultados referentes às classes dos corpos d'água foram ambíguos. Os resultados mostram um forte efeito regional nas cabeceiras comparado a planície, tanto que houve relativamente uma alta semelhança entre as regiões dentro das cabeceiras, quanto dentro da planície, mas houve uma renovação faunística relativamente brusca entre elas. A análise de distribuições em relação aos macrohabitats revela que esses e as veredas das cabeceiras compartilham muitas espécies em comum e são distintos dos macrohabitats restantes encontrados nas planícies. Entres os macrohabitats da planície, existem grandes semelhanças entre os que dependem de inundação sazonal (ex.: brejos, remansos, baías). Foi demonstrado que os peixes no planalto têm distribuições relativamente restritas, a maioria sendo encontrada em somente uma ou duas regiões. Os peixes da planície, por outro lado, encontram-se amplamente distribuídos entre as regiões e macrohabitats. Além disso, foi determinado que são necessários quatro macrohabitats para a preservação de 89% da ictiofauna de água doce: brejos, remansos, rios e afluentes de cabeceira e rios da planície. Os resultados, em conjunção com a destruição ambiental nos rios Taquari, Aquidauana e Miranda, justificam o estabelecimento do Rio Negro como um corredor de preservação no Pantanal Sul e de proteção dos habitats de cabeceiras dentro de cada uma das bacias.

INTRODUÇÃO

Os peixes do Pantanal formam um rico conjunto de mais de 250 espécies documentadas em toda a área inundável (Britski *et al.*, 1999). Willink *et al.* (2000) coletaram 193 espécies no Pantanal Sul nos rios Negro, Negrinho, Taboco, Taquari e Miranda. Os dados das coletas de Willink *et al.* (2000) foram subdivididos em nove sub-regiões: Alto Rio Negro, Anhumas, Médio Rio Negro, Baixo Rio Negro, Médio Rio Taboco, Alto Rio Taboco, Alto Rio Taquari, Alto Rio Aquidauana e Alto Rio Miranda (Mapa 2). Além do mais, sete macrohabitats foram reconhecidos (ex.: rios de planície e de cabeceira, áreas de remansos, brejos, baías, etc.) dentro dos quais os peixes eram capturados. Existem muitas ameaças incisivas aos ecossistemas aquáticos do Pantanal (ex.: Hidrovia, conversão de terras, etc.) e este trabalho investigará quais poderiam ser as conseqüências destas ameaças, tendo em vista as distribuições dos peixes no que diz respeito a sub-regiões e macrohabitats.

O padrão de distribuição heterogênea dos peixes do Pantanal, em relação às sub-regiões e macrohabitats, leva a importantes ramificações nas recomendações para a preservação. Por exemplo, se a fauna fosse distribuída de forma homogênea, poderia ser estabelecido um núcleo de preservação que pudesse proteger a vasta maioria das espécies de maneira eficaz. Entretanto, a distribuição das espécies, tanto entre as sub-regiões, quanto entre os macrohabitats, é cada vez mais distinta e desigual. Assim uma única área núcleo, não seria representativa da região como um todo, não proporcionando o nível desejado de proteção. Chernoff *et al.* (1999) demonstraram como usar as informações sobre a heterogeneidade relativa da distribuição entre sub-regiões ou entre macrohabitats para prever possíveis mudanças da fauna em resposta a ameaças ambientais específicas e como tais análises devem ser executadas dentro da estrutura de um programa de avaliação rápida.

Este trabalho testará duas hipóteses nulas que são cruciais à preservação dos peixes de água doce do Pantanal da seguinte maneira: de que os peixes estão distribuídos aleatoriamente entre (i) nove sub-regiões; ii) sete macrohabitats; e iii) três características da água. Para testar estas hipóteses, complementamos as propostas relativamente novas de Chernoff *et al.* (in prep), assim como usamos métodos desenvolvidos por Atmar e Patterson (1993). Como as três hipóteses nulas estão rejeitadas, estimamos quais mudanças podem ocorrer na ictiofauna diante de ameaças ambientais específicas.

MÉTODOS

Nossas coletas dentro do Pantanal foram divididas em nove regiões geográficas (Mapa 2). O Rio Negro foi amostrado em quatro regiões: Alto Rio Negro, Anhumas, Médio Rio Negro e Baixo Rio Negro. Dentro da bacia do Rio Negro, porém tratados separadamente, estavam o Alto e Médio Taboco. Pesquisamos as regiões altas ou de cabeceira dos rios Taquari, Aquidauana e Miranda.

Em cada ponto de coleta, foi obtida uma série de variáveis ecológicas como tipo de substrato, tipo de margem, fluxo, etc., a partir das quais foram categorizadas cada estação em um tipo de macrohabitat principal. Pela escassez de coletas em lagos ou lagoas, os dados destes pontos foram reunidos em uma única categoria denominada lagoas. Não existiam lagos verdadeiros, ou seja, massas de água com bacias de drenagem interior. Portanto, havia na verdade lagoas, quer com uma pequena ligação com um rio, quer isoladas dos rios apenas temporariamente. Também combinamos os dados para baías e salinas. Os peixes foram coletados em somente duas salinas e quatro baías (embora tenha sido feita uma amostragem maior). Devido ao fato de que as baías acabam transformando-se em salinas, neste capítulo referimo-nos a todas como baías. Rios, riachos e afluentes foram denominados rios de cabeceira e mantidos separadamente dos rios de planície. Não somente as características de substrato e margem são diferentes, como também os macrohabitats que freqüentemente possuem corredeiras e quedas d'água não são encontrados na planície.

Em cada localidade, observamos se havia ou não a presença de plantas aquáticas, de matas ciliares e vegetação inundada. A vegetação inundada inclui tufos de vegetação flutuante (ex.: *Eichhornia*). Testamos se cada uma destas características da vegetação exercia influência no número de espécies presentes e na abundância de cada espécie. Os efeitos foram analisados com o uso de ANOVA não-paramétrica de Friedman. Este teste baseia-se em categorias relativas. Resultados idênticos foram obtidos com o teste Q de Wilcox. Estas análises foram feitas com o uso de STATISTICA, versão 4.0.

Para determinar se o número de coletas por região ou por macrohabitat estava afetando as estimativas de riqueza de espécies, foi calculada uma regressão linear, dividida entre os grupos, de maneira que a linha de regressão fosse forçada através da origem. Isto foi feito porque sem as coletas, nenhuma espécie teria sido capturada. Se a análise de variância (ANOVA) da regressão fosse significativa, testando uma curva em função de uma hipótese nula de zero, então a análise de co-variância (ANCOVA) era feita para averiguar se outros efeitos hipotéticos (ou seja, cabeceiras x planícies) eram significativos. Na ANCOVA, a variável de grupo qualitativa (ou seja, grupo de elevação) é lançada como a variável independente, o número de espécies é a variável dependente e o número de coletas serve como co-variável. Se a estatística F da ANCOVA é significativa, dois outros ensaios devem ser realizados para determinar se a diferença se atribui à variável independente. O primeiro testa a hipótese nula de que as variâncias dentro de um grupo são iguais. O segundo testa a hipótese nula de homogeneidade das curvas dentro de um grupo. Se um falha em rejeitar ambas hipóteses nulas, então a significância da estatística F se atribui às diferenças indicadas pela variável independente.

Chernoff *et al.* (1999) selecionaram o Índice de Semelhança de Simpson, S_s, como o mais consistente com os dados coletados durante os inventários rápidos ou com dados de fonte pontual. O Índice de Simpson usa o seguinte formato de tabela para calcular a semelhança entre duas relações ou amostras de espécies:

		Amostra 1	
		1	**0**
Amostra 2	**1**	***a***	***b***
	0	***c***	***d***

onde, *a* é o número de coincidências positivas ou espécies presentes em ambas amostras, *b* é o número de espécies presentes na amostra 2 e não presentes na amostra 1, *c* é o contrário de *b*, e *d* é o número de coincidências negativas ou espécies não presentes em ambas localidades. O Índice de Semelhança de Simpson, $S_s = a/(a+b)$, onde $b < c$, ou $S_s = a/n_s$ e n_s é o número de espécies presentes na menor das duas relações. O denominador do índice elimina a interpretação dos negativos – espécies ausentes. Os "zeros" nas matrizes são na verdade artefatos de codificação ou ocupantes do vazio resultante da ausência de dados.

Para interpretar a semelhança observada entre duas amostras, ambas retiradas de um universo fixo mais amplo (ex.: o conjunto de todas as espécies capturadas durante o AquaRAP do Rio Paraguai), executamos um procedimento de quatro etapas. Na etapa 1, calculamos o S_s reduzindo por rarefação o número de espécies presentes na maior amostra até nivelar-se com o número de espécies presentes na menor amostra, n_s. Esta rarefação e o cálculo do S_s é repetido 200 vezes. Das 200 simulações uma semelhança média, S'_s, é calculada e informada em tabelas de semelhança (ex.: Tabela 7.3). Este procedimento se repete para o cálculo de uma S'_s

para cada par de amostras na análise (ex.: Tabela 7.3). A nterpretação dos significados das semelhanças médias entre as amostras requer simulações em toda a gama do número de espécies encontradas nas amostras de sub-regiões e macrohabitats. Na etapa 2, simulamos 200 pares aleatórios de amostras, cuja seqüência inicial foi a substituição do conjunto de todas as espécies capturadas durante a expedição com a limitação de que cada amostra aleatória contém um número fixo de espécies para um dado ponto dentro desta gama. Para cada par aleatório de 200 calculamos a Semelhança de Simpson. Estas 200 semelhanças aleatórias aproximam-se de uma distribuição normal (Fig. 7.1) a partir da qual calculamos um desvio médio padrão devido a causas aleatórias; a partir de agora chamado semelhança média aleatória, S^*_n, onde n se refere ao número de espécies presentes na amostra. Por exemplo, baseado na distribuição mostrada na Fig. 7.1, S^* é 40,91 com um desvio padrão observado de 4,63 (Figs. 7.2-3).

As distribuições de semelhança aleatórias foram geradas em intervalos de 10 espécies para então estimar o S^*_n e seu desvio padrão para amostras contendo entre 20 e 120 espécies. Esta gama de dimensões aleatórias engloba o numero real de espécies observadas em sub-regiões e em macrohabitats. Na etapa 3, os desvios médio e padrão são representados em relação ao número de espécies presentes em uma amostra (Figs. 7.2-3). À medida que o número de espécies presente em uma amostra aumenta, a semelhança observada devido aos efeitos aleatórios também aumenta (Fig. 7.2), porém a variância diminui (Fig. 7.3).

Na etapa 4, comparamos a semelhança média observada, S'_s, calculada a partir da rarefação (etapa 1) ao valor previsto de S^*_n e seu desvio padrão das regressões apresentadas nas Figuras 7.2-3 (etapa 2). Usando uma abordagem de parâmetros duplos, a probabilidade de obter-se a semelhança observada ao acaso é calculada a partir do número de desvios padrão que a semelhança observada foi tanto acima como abaixo da média da distribuição aleatória da seqüência de instruções iniciais. Essa probabilidade foi obtida por interpolação dos valores apresentados em Rohlf e Sokal (1995: tabela A). O significado dos valores de probabilidade foi ajustado com a técnica de Bonferroni seqüencial (Rice, 1989) porque cada amostra está envolvida em comparações múltiplas. O procedimento de Bonferroni seqüencial é conservador, tornando-se mais difícil à rejeição de uma hipótese nula. Selecionamos o nível P=0,01 como nosso critério de rejeição de uma hipótese nula. O valor 0,01 foi dividido pelo número de comparações fora da diagonal presentes no triângulo superior e inferior da matriz das semelhanças observadas. Este novo resultado é usado como critério para avaliar a hipótese nula de que $S'_s = S^*_n$. Por exemplo, no triângulo inferior da Tabela 7.3 existem 36 semelhanças. Para rejeitar a hipótese nula, S'_s deve ser de mais de 3,5 desvios padrão acima ou abaixo de S^*_n para que P<0,0003.

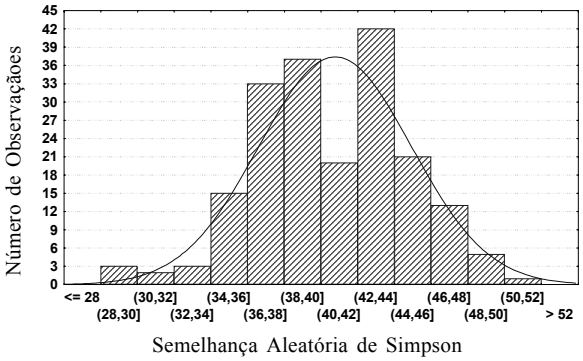


Figura 7.1. Distribuição do Índice de Semelhança de Simpson de 200 vetores de dados de presença-ausência simulados aleatoriamente, tendo em vista a limitação de 193 espécies presentes em cada vetor.

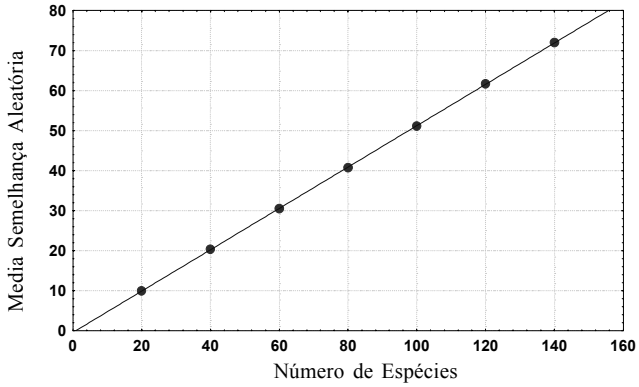


Figure 7.2. Semelhança aleatória média, Índice de Simpson, representada graficamente em função do número de espécies obrigadas a estar presentes na amostra (abscissa). Cada média foi calculada a partir de 200 amostras ao acaso com um dado número de espécies presentes.

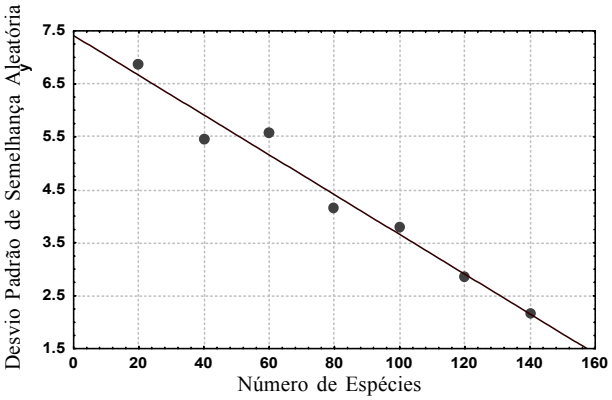


Figura 7.3. Desvio padrão da semelhança aleatória, índice de Simpson, representado graficamente em função do número de espécies obrigadas a estar presentes na amostra. Cada desvio padrão foi calculado a partir de 200 amostras ao acaso com um dado número de espécies presentes.

Se for determinado que S'_s é significativamente diferente de S^*_n, rejeitamos a hipótese nula e concluímos que a *semelhança* observada não se deve aos efeitos aleatórios. Entretanto, se S'_s encontra-se dentro dos efeitos aleatórios ou se S'_s é maior do que a média aleatória, deixamos de rejeitar a hipótese nula em relação às *amostras* – de que as duas são iguais. No primeiro caso, concluímos que as duas relações são traçadas homogeneamente de uma distribuição maior. No segundo caso, concluímos que a semelhança deve-se à dependência ou correlação biológica como subconjuntos nidificados. Isto é, um agrupamento forma o agrupamento de origem de um outro. Se S'_s é significativamente menor que S^*_n médio, rejeitamos a hipótese nula para igualdade de semelhança e para igualdade de amostras. Podemos então buscar as razões biológicas ou ambientais para as diversidades.

Se descobrirmos que as semelhanças não são aleatórias, podemos investigar se o padrão de presenças de espécies em relação às variáveis ambientais é não aleatório. A medida da desordem da matriz conforme proposto por Atmar e Patterson (1993) calcula a entropia da matriz conforme medida pela temperatura. A Temperatura mede o desvio desde a ordem completa (0°) para a desordem completa (100°) em que as células de uma matriz são análogas à posição de moléculas de gás em um container retangular. Depois de o container ter sido preenchido ao máximo para completar-se o canto superior esquerdo (por convenção), a distribuição de células vazias e preenchidas determina o grau de desordem na distribuição de espécies e corresponde à temperatura que produziria o grau de desordem (Atmar e Patterson, 1993). Para testar se a temperatura podia ser obtida em razão aos efeitos aleatórios, 500 simulações Monte Carlo de matrizes determinadas ao acaso de mesma geometria foram calculadas. A significância das temperaturas observadas é apurada em relação à variância das distribuições simuladas. Dois padrões são consistentes com a rejeição da hipótese nula por este método: que as distribuições são subconjuntos nidificados (Atmar e Patterson, 1993); ou há uma renovação do cline na fauna. O software para o cálculo de desordem de matriz de Atmar e Patterson está disponível no seguinte site da internet: http://www.fieldmuseum.org

RESULTADOS

I. Regiões

O Pantanal Sul contém quatro bacias hidrográficas: a do Rio Taquari, a do Rio Negro, a do Rio Aquidauana e a do Rio Miranda. Nossa estratégia de pesquisa no Pantanal Sul foi a de amostrar as cabeceiras de cada um dos quatro rios e então pesquisar o Rio Negro desde as cabeceiras à foz, próximo à junção com o Rio Paraguai. O Rio Negro foi dividido em seis sub-regiões (Mapas 2-3): Alto Rio Negro, Anhumas,

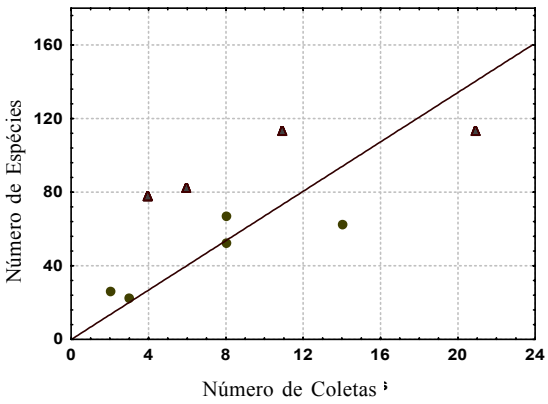


Figura 7.4. Relação entre o esforço de coleta (número de coletas) e número de espécies coletadas. A linha de regressão entre eles é mostrada. Os triângulos representam as regiões de planícies; os círculos representam regiões de planalto ou cabeceira.

Médio Rio Negro, Baixo Rio Negro, Alto Rio Taboco e Médio Rio Taboco. As regiões de cabeceira dos rios Taquari, Aquidauana e Miranda também foram pesquisadas.

Foi realizado um total de 77 coletas em todas as regiões. O número total de espécies capturadas foi de 193. A riqueza de espécies não se apresentou uniforme entre as regiões (Fig. 7.4), com o número de espécies variando de 23 a 113 por região. Além de examinar a disparidade em riqueza de espécies entre as regiões, uma questão crucial é se existe o mesmo número de espécies tanto nas regiões de cabeceiras como nas regiões da planície. O número médio de espécies capturadas por região é de 68,6. Entretanto, foi encontrado mais que o dobro de espécies na planície (média = 96,3) que nas regiões de cabeceiras (média = 46,4).

Pelo fato do número de coletas por região não ser uniforme, variando de duas a 21 (Fig. 7.4), um esforço diferencial poderia distorcer a diferença em riqueza de espécies entre as cabeceiras e a planície. O número médio de coletas por região foi 7,0 e 10,5, para as cabeceiras e planície, respectivamente. A representação gráfica do número de espécies coletadas pelo número de estações de coleta (Fig. 7.4) surge para mostrar um forte efeito positivo – maior esforço de coleta resulta em mais espécies. A regressão através da origem indica uma relação positiva significativa (curva = 6,71 espécies/coleta, $F=43,47$, $df=1,8$; $P<0,0002$). Apesar desta relação, ainda é evidente (Fig. 7.4) que as regiões de planície têm maior riqueza de espécies do que as regiões de cabeceira porque três das regiões de planície (Médio Rio Negro, Anhumas e Médio Rio Taboco) estão bem acima da linha de regressão. Os resultados da ANCOVA indicam que as regiões de planície têm significativamente mais espécies do que as regiões de cabeceira ($F=21,35$, $df=1,6$, $P<0,004$); os ensaios de homogeneidade de variâncias e curvas não foram significativos ($P>0,389$).

A disparidade em riqueza de espécies entre cabeceiras (n=114 espécies) e planície (n=157 espécies) é óbvia considerando a relação total de espécies (Apêndice 7). Existe a tendência de haver menos espécies em regiões de cabeceira com limites mais restritos (citação). Portanto, esperávamos encontrar dois tipos de espécies comuns a regiões de cabeceiras: i) espécies com ampla distribuição de elevação - característica encontrada nas espécies de cabeceiras e na planície; e ii) espécies com preferência de elevação mais restrita, não encontradas nas planícies. As regiões de cabeceiras e de planícies compartilham 76 espécies, das quais foi observada semelhança S'_s, de 66,6%. Portanto, 38 espécies foram encontradas exclusivamente em regiões de cabeceira (Tabela 7.1). Algumas destas são artefatos de coleta, como as duas espécies de *Corydoras* e o *Cochliodon cochliodon*, que têm distribuições mais amplas incluindo habitats de elevação mais baixa. Entretanto, a maioria é indicativa de ambientes de planalto (encosta e acima) ou riachos nas cabeceiras (mais estreitos, de leito firme, áreas de terra firme), por exemplo, em particular as espécies *Astyanax, Ancistrus* spp., *Parodon gestri,* e *Creagrutus* sp. A.

Também deveríamos esperar que as verdadeiras espécies de cabeceira tivessem limites relativamente restritos porque regiões de cabeceira são relativamente isoladas umas das outras, comportando-se como ilhas (Lowe-McConnell, 1999). Das 38 espécies que foram coletadas apenas nas cabeceiras, somente nove espécies habitavam três das cinco regiões (Tabela 7.1). Mas pelo menos duas delas, *Corydoras* e *Cochliodon*, são artefatos. Como conseqüência, sete espécies de planalto são encontradas em três ou mais áreas; ao passo que apenas cinco espécies são encontradas em duas regiões das cabeceiras (Tabela 7.1). As 24 espécies restantes foram capturadas dentro de uma única região de cabeceira! Embora poucas espécies sejam artefatos por terem distribuição restrita ou irregular (ex.: *Schizodon isognathus, Callichthys callichthys*), a maioria não se comporta dessa forma. O resultado é que 63% das espécies encontradas apenas nas regiões de planalto foram capturadas em uma única região. Apenas cinco espécies foram encontradas em duas regiões e nove espécies em três ou mais regiões. Uma amostragem continua certamente aumentaria a distribuição de grupos taxonômicos coletados (Alroy, 1992), assim como adicionaria mais espécies à relação conhecida. No entanto, questionamos se realmente a maioria das espécies está ou não distribuída de maneira uniforme. Assim concluímos que as regiões de planalto contêm uma combinação de grupos taxonômicos: espécies com ampla tolerância de elevação e espécies que preferem regiões mais elevadas como os habitats de cabeceira. Destas, a maioria não está amplamente distribuída entre as áreas de cabeceiras, nem de maneira não uniforme, sendo as áreas de cabeceiras comparáveis a ilhas.

Tabela 7.1. Espécies de peixes de água doce encontradas apenas nas regiões de planalto do Pantanal do Mato Grosso do Sul.

Total (N=38)	**Três Regiões**
Schizodon isognathus	*Astyanax lineatus*
Astyanax lineatus	Characidae sp. A
Astyanax sp. 1	*Characidium* sp. 3
Astyanax sp. 2	*Creagrutus* sp. A
Astyanax sp. 3	*Parodon gestri*
Astyanax sp. 4	*Corydoras aeneus*
Brycon microlepis	*Ancistrus* sp. 2
Bryconamericus stramineus	*Cochliodon cochliodon*
Bryconops sp. 2	*Loricaria* sp. 3
Characidae sp. A	
Characidium sp. 3	**Duas Regiões**
Creagrutus sp. A	*Astyanax* sp. 2
Hemigrammus lunatus	*Brycon microlepis*
Hyphessobrycon sp. 3	*Bryconamericus stramineus*
Parodon gestri	*Hypostomus* sp. 3
Amaralia hypsiura	*Phenacorhamdia hoehnei*
Tatia neivai	
Tatia sp.	
Callichthys callichthys	
Corydoras aeneus	
Corydoras polystictus	
Pseudocetopsis gobioides	
Ancistrus sp. 1	
Ancistrus sp. 2	
Cochliodon cochliodon	
Farlowella sp. 2	
Hypostomus sp.	
Hypostomus sp. 1	
Hypostomus sp. 2	
Hypostomus sp. 3	
Hypostomus sp. 4	
Loricaria sp. 2	
Loricaria sp. 3	
Otocinclus bororo	
Pyxiloricaria menezesi	
Sturisoma sp.	
Megalonema platanus	
Phenacorhamdia hoehnei	

Tabela 7.2. Espécies encontradas apenas nas coletas da planície do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (n=81). Símbolos: * presente em todas as quatro regiões (n=8); • presente em três regiões (n=23).

Anadoras weddellii	*Hemigrammus ocellifer*	*Odontostilbe* sp.
* *Aphyocharax rathbuni*	• *Hemigrammus ulreyi*	*Pamphorichthys hasemani*
* *Aphyocharax* sp.	*Hemiodopsis microlepis*	• *Parauchenipterus galeatus*
• *Apistogramma borellii*	*Hemiodopsis semitaeniatus*	• *Parauchenipterus striatulus*
* *Apistogramma commbrae*	*Hoplosternum littorale*	* *Piabucus melanostomus*
• *Apistogramma trifasciata*	*Hoplosternum* sp.	*Pimelodus maculatus*
Apteronotus bonapartii	• *Hyphessobrycon elachys*	*Potamorhina squamoralevis*
Brachychalcinus retrospina	• *Hyphessobrycon* sp. 1	• *Potamorrhaphis eigenmanni*
• *Brachyhypopomus* sp. A	*Hyphessobrycon* sp. 2	*Potamotrygon* sp.
Bryconops sp.	*Hypoptopoma guentheri*	*Prionobrama paraguayensis*
Catathyridium jenynsii	• *Laetacara dorsigera*	• *Psectrogaster curviventris*
• *Chaetobranchopsis australe*	*Leporinus lacustris*	*Pterygoplichthys* sp.
* *Characidium* sp. 1	*Leporinus macrocephalus*	*Pygocentrus nattereri*
• *Cichlasoma dimerus*	*Leporinus obtusidens*	*Rhamphichthys hahni*
* *Corydoras hastatus*	• *Lepthoplosternum pectorale*	• *Rineloricaria* sp. 2
* *Corydoras* sp. 2	*Liposarcus anisitsi*	*Rivulus punctatus*
Corydoras sp. 3	*Loricaria* sp. 1	*Roeboides bonariensis*
Corydoras sp. 4	*Loricariichthys labialis*	• *Roeboides paranensis*
Crenicichla semifasciata	*Markiana nigripinnis*	• *Satanoperca pappaterra*
Ctenobrycon alleni	*Megalechis thoracata*	• *Schizodon borellii*
Curimatopsis myersi	*Mesonauta festivus*	• *Scoloplax empousa*
• *Doras eigenmanni*	• *Metynnis mola*	*Serrasalmus marginatus*
Dysichthys australe	*Metynnis* sp.	*Tetragonopterus argenteus*
Eigenmannia virescens	*Ochmacanthus batrachostomus*	*Trachelyopterus coriaceus*
Entomocorus benjamini	*Ochmacanthus* sp.	*Trachydoras paraguayensis*
• *Entomocorus* sp.	*Odontostilbe kriegi*	*Trichomycterus johnsoni*
Gymnogeophagus balzanii	*Odontostilbe paraguayensis*	* *Triportheus nematurus*

Tabela 7.3. Número de espécies unicamente compartilhadas (triângulo superior) e coeficientes de semelhança de Simpson médios, S'_s (triângulo inferior) entre regiões dentro do Pantanal Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. Coeficientes de Semelhança mostrados em negrito não são significativamente diferentes da semelhança aleatória (P<0,0003). Abreviações: ANH – Anhumas; LN – Baixo Rio Negro, MN – Médio Rio Negro; MATB – Médio Rio Taboco; UAQ – Alto Rio Aquidauana; UMIR – Alto Rio Miranda; UN – Alto Rio Negro; UTAB – Alto Rio Taboco; UTAQ – Alto Rio Taquari; n – número de espécies; u – número de espécies exclusivas; %u - porcentagem de espécies exclusivas.

	LN	**MN**	**ANH**	**MTAB**	**UTAB**	**UN**	**UTAQ**	**UAQ**	**UMIR**
LN		15	3	1	0	1	1	0	1
MN	78.76		1	0	2	0	1	0	1
ANH	79.27	79.27		2	0	2	0	0	0
MTAB	74.03	77.92	64.94		0	1	1	0	2
UTAB	61.54	69.23	73.08	61.54		1	0	0	0
UN	**47.76**	53.73	55.22	53.73	80.77		1	0	0
UTAQ	**39.62**	**45.28**	49.06	50.94	73.08	54.72		0	3
UAQ	47.83	65.22	60.87	65.22	56.52	82.61	82.61		0
UMIR	**46.03**	55.56	**44.44**	**49.21**	76.92	53.97	54.72	78.26	
n	113	113	82	77	26	67	53	23	63
u	13	10	2	1	0	8	8	0	8
%u	11.5	8.8	2.4	1.3	0	11.9	15.1	0	12.7

A fauna da planície é muito diversa, contendo 157 espécies. Constatou-se que a maioria destas espécies está amplamente distribuída dentro da planície. Grande parte (70%) foi coletada em duas ou mais regiões. De fato, 40 espécies (25,5%) foram coletadas em cada uma das quatro regiões de planície e 81 espécies foram coletadas apenas na planície pantaneira (Tabela 7.2). A fauna exclusiva da planície continha espécies que se encontram distribuídas nas bacias dos rios Paraguai e Amazonas (ex.: *Metynnis mola, Hemigrammus lunatus, Hoplosternum litorale, Eigenmannia virescens, Mesonauta festivus*) e aquelas que parecem estar restritos à bacia dos rios Paraguai e Paraná (*Triportheus nematurus, Bryconops* sp., *Ctenobrycon alleni, Dysichthys australe, Prionobrama paraguayensis*). Apenas 30 das espécies da planície estavam distribuídas em três ou quatro regiões (Tabela 7.2) consistindo um agrupamento de muitas das espécies ornamentais ou de pequeno porte (ex.: *Hemigrammus ulreyi, Scoloplax empousa, Apistogramma trifasciata*).

O padrão de semelhanças (Tabela 7.3) mostra que todos, com exceção de seis dos coeficientes de semelhança de Simpson médios, S'_s, são significativamente diferentes da semelhança aleatória média (P<0,003). O valor relativamente baixo de P se deve à correção de Bonferroni para comparações múltiplas. Os seis coeficientes que não são significativamente diferentes das expectativas aleatórias são coeficientes de comparação de regiões de planície e de cabeceira. Note também que cada uma das regiões mais baixas está envolvida. Estas semelhanças deixam de rejeitar a hipótese nula. Os coeficientes significativos rejeitam a hipótese nula cujas semelhanças são derivadas ao acaso. O fato de os coeficientes serem positivos indica que as semelhanças advêm das distribuições homogêneas tais que agrupamentos regionais mostram entre si dependência, correlação ou relacionamentos de subconjuntos nidificados.

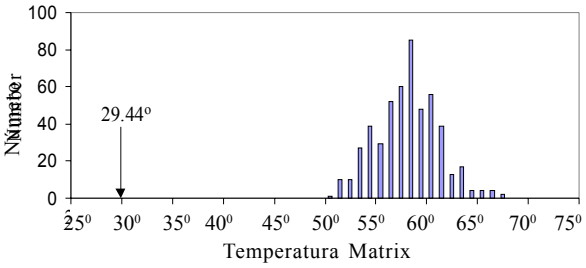


Figura 7.5. A distribuição das temperaturas da matriz com base em 500 simulações Monte Carlo (histograma) mostra uma média de 58,1º e um desvio padrão de 3,34º. A temperatura observada da matriz, 29,44º, é –8,59 desvios padrão abaixo da média aleatória. A probabilidade de obtenção da temperatura observada somente por acaso é de $5x10^{-18}$.

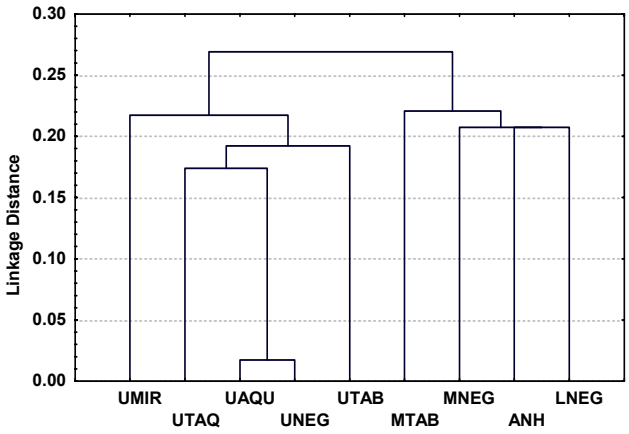


Figura 7.6. Análise de grupo de parcimônia Camin-Sokal de regiões dentro do Pantanal. Abreviações: ANH – Anhumas; UAQU – Alto Rio Aquidauana; LNEG – Baixo Rio Negro; MNEG – Médio Rio Negro; MTAB – Médio Rio Taboco; UMIR – Alto Rio Miranda; UNEG – Alto Rio Negro; UTAB – Alto Rio Taboco; e UTAQ – Alto Rio Taquari.

Os resultados da análise de entropia indicam que a matriz de distribuição por regiões não foi ao acaso. A matriz observada tinha uma temperatura de 29,44°. O resultado das 500 simulações de Monte Carlo (Fig. 7.5) indicou que a temperatura observada foi de 8,59 desvios padrão mais baixa (mais fria) que a média simulada ($P = 5x10^{-18}$). Portanto, existe uma estrutura significativa na distribuição dos peixes entre as regiões. Os resultados são consistentes com um padrão de renovação de cline ou subconjuntos nidificados.

Os resultados de análises de grupos produzidos usando a parcimônia de Camin-Sokal e UPGMA (método de pares não pesados) foram idênticos (Fig. 7.6). Os resultados confirmam o efeito regional da planície em função do de cabeceira pela existência de dois grupos grandes (Fig. 7.6). As três regiões da planície ou o Rio Negro agrupam-se identicamente formando uma policotomia; e o Médio Taboco se une ao grupo a uma distância de 0,02 unidades adiante. Isto indica o grande grau de homogeneidade dos agrupamentos de espécies entre as regiões de planícies. Uma vez mais, este resultado é bem consistente com as regiões de planície sendo subconjuntos nidificados mútuos.

Dentro do grupo de cabeceira, somente as regiões do Alto Rio Negro e do Rio Aquidauana agrupam-se fortemente. Porque o restante das regiões se une ao grupo da parte alta do Rio Taquari - Rio Aquidauana – parte alta do Rio Negro a uma distância de até 0,04 unidades de distância, interpretamos as relações de agrupamentos entre as regiões de cabeceira como não resolvidas.

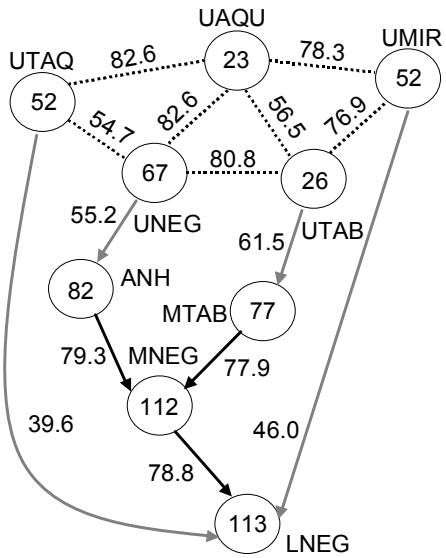


Figura 7.6. Rede de Gabriel mostrando os coeficientes de Semelhança de Simpson (ao longo das linhas) e riqueza de espécies (dentro dos círculos) para regiões dentro do Pantanal. As setas pretas indicam conexões de rios entre regiões de planície. As setas de cor cinza indicam conexões de rios entre as regiões de planície e de planalto. As linhas pontilhadas indicam as comparações entre as regiões de cabeceira. Abreviações: ANH – Anhumas; LNEG – Baixo Rio Negro; MNEG – Médio Rio Negro; MTAB – Médio Rio Taboco; UAQU – Alto Rio Aquidauana; UMIR – Alto Rio Miranda; UNEG – Alto Rio Negro; UTAB – Alto Rio Taboco; e UTAQ – Alto Rio Taquari.

Os padrões gerais de semelhança e riqueza de espécies estão disponíveis no "Network de Gabriel" (Fig. 7.7). Esta rede resume três pontos importantes para os esforços preservacionistas dentro da região. O primeiro é que a riqueza das espécies (ainda que sem medidas) é maior na planície que nas regiões de cabeceira. Esta descoberta é consistente com outros estudos feitos no Mato Grosso (Lowe-McConnell, 1999). O segundo é que dentro de regiões de cabeceira e dentro de regiões de planície os valores de semelhança são, com duas exceções muito altos (>70%) e positivos. O terceiro ponto é que as semelhanças que correspondem a transições das terras altas a terras baixas são menores que dentro dos agrupamentos de elevação (<62%). Este último ponto é uma indicação da forte linha divisória da fauna entre as populações de cabeceira e de planície. Por exemplo, que 30 espécies se movimentam entre a região de Anhumas e a do Alto Rio Negro. Dez espécies das 26 presentes no Alto Rio Taboco não estavam presentes nas populações do Médio Rio Taboco. Notamos que as semelhanças do Baixo Rio Negro tanto com o Alto Taquari ou o Alto Miranda são muito baixas (<50%). Estes valores são os mais baixos em toda a tabela de semelhanças (Tabela 7.3) e mais baixos que todas as outras transições entre as regiões de cabeceira e da planície (Fig. 7.7). Isto pode indicar que as regiões são espacialmente auto-correlacionadas, e que o número de espécies compartilhadas se dá em função da distância do rio entre as regiões.

A homogeneidade dos agrupamentos de peixes de água doce dentro de qualquer um dos grupos de elevação é indicada pela falta de espécies compartilhadas unicamente entre regiões (Tabela 7.3). Apenas o Baixo e Médio Rio Negro têm um número apreciável que não pode ser interpretado porque estas são as duas regiões mais ricas em espécies (Tabela 7.3). Mas outro indicativo de homogeneidade é que o número de espécies encontradas restritas as regiões é muito baixo. Entretanto, se descontarmos o Alto Rio Taboco e o Alto Rio Aquidauana, as duas regiões com o menor número de espécies e o menor número de coletas, notamos que a porcentagem de espécies exclusivas é maior em regiões de cabeceira (=12%) que em regiões de planície (<12%). Este é outro sinal de distribuição não uniforme que espécies de peixes de água doce têm em regiões de cabeceira.

II. Tipo de água

Três tipos básicos de águas podem ser encontrados no Pantanal Sul: águas pretas - ácidas; águas cristalinas; e águas turvas. Testamos as hipóteses nulas que a semelhança dos agrupamentos de espécies entre si não é diferente daquela traçada por uma distribuição aleatória. O número de coletas em cada tipo de água foi o seguinte: águas pretas — 23; águas cristalinas – 42; e águas turvas – 12. O maior número de espécies foi coletado em águas cristalinas. Pelo fato de haver somente três tipos de água, não pudemos usar métodos estatísticos para determinar se existe um efeito de coleta. Entretanto, se tomamos a relação do número de espécies por coleta, os resultados são inversamente proporcionais à riqueza de espécies. Ou seja, águas turvas apresentam 9,6 espécies por coleta; enquanto que águas cristalinas apresentam somente 3,7 espécies por coleta. O valor para águas pretas foi intermediário (6,1). Assim sendo, o hábitat menos rico em espécies tem o maior número de espécies por esforço de coleta.

As semelhanças calculadas (Tabela 7.4) mostram que duas das hipóteses nulas foram rejeitadas. A semelhança entre habitats de águas cristalinas e de águas pretas não foi significativamente diferente do aleatório. As semelhanças das águas turvas com os outros tipos foram significativas (>7 s) e positivas indicando dependência da fauna em relação aos tipos de águas. Não pudemos testar se a matriz das espécies por tipo de água é significativamente padronizada porque existem somente três tipos ou classes. A dependência de fauna entre águas turvas e águas pretas ou águas cristalinas, provavelmente advém do fato de que a maior parte da região amostrada tinha tanto águas pretas como águas cristalinas em confluência com águas turvas. A

amostra de grupos taxonômicos em águas turvas representa as espécies mais amplamente distribuídas em relação à região e em relação ao macrohabitat. Águas turvas representam uma fonte importante para a recolonização de águas pretas – ou cristalinas com espécies comuns. Houve somente poucos exemplos onde águas cristalinas confluíam com águas pretas. Que sua semelhança não foi diferente das expectativas do acaso não é, portanto, nenhuma surpresa.

Tabela 7.4. Coeficientes de semelhança de Simpson médios, S'_s (triângulo inferior) entre as classificações de água dentro do Pantanal Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os asteriscos indicam os coeficientes de semelhança significativamente diferentes da semelhança aleatória($P<0,003$). Abreviações:
Bw – água negra; Cw – água clara;
e Tw – água turva ou branca;
n – número de espécies;
u – número de espécies exclusivas;
%u – porcentagem de espécies exclusivas.

	Bw	Cw	Tw
Bw			
Cw	73.8		
Tw	88.6 **	81.7 **	
n	141	157	115
u	20	44	5
%u	14.2	28.0	4.4

III. Macrohabitats

Os dados ecológicos foram combinados em sete macrohabitats: rios de planície, cabeceiras, lagoas, brejos, remansos, veredas, e baías (inclui a única salina amostrada). Trataremos os efeitos de três características adicionais de hábitat associados à vegetação (vegetação inundada, gramíneas, e matas ciliares) após estabelecermos um padrão entre os principais macrohabitats.

O esforço de coleta por macrohabitat pode ser observado na Tabela 7.5. Embora pareça existir uma alta correlação entre o número de coletas e o número de espécies ($r=0,60$), a correlação não é significativa ($P>0,05$, $df=1,5$). A regressão entre estas duas variáveis também não foi significativa ($P=0,15$). Por conseguinte, usamos o número de espécies coletadas como uma indicação geral do ranking da riqueza das espécies.

Rios de planície, cabeceiras, brejos e remansos continham cerca do dobro de espécies encontradas em lagoas, veredas e baías. Tanto brejos como remansos apresentaram uma destacada profusão de espécies, especialmente os brejos, considerando que um terço das coletas resultou no mesmo número de espécies obtidas nos remansos. Estes macrohabitats proporcionam refúgios extensos e cruciais para peixes de água doce. Nestes dois habitats, foi encontrada uma vegetação caracterizada por grande abundância e número de espécies.

Tabela 7.5. Número de espécies exclusivamente compartilhadas (triângulo superior) e coeficientes de semelhança de Simpson médios, S'_s (triângulo inferior) entre macrohabitats dentro do Pantanal Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os coeficientes de semelhança mostrados em negrito não são significativamente diferentes da semelhança aleatória com uma correção de Bonferroni ($P>,0005$). Abreviações: R – rios de planície; H – afluentes e rios de cabeceira; L – lagos e lagoas; S – brejos; Bk – remansos; V – veredas; Ba – baías e salinas; n – número de espécies; u – número de espécies exclusivas; %u – porcentagem de espécies exclusivas; #c – número de coletas.

	R	H	L	S	Bk	V	Ba
R		6	0	2	4	0	0
H	63.0		0	4	1	8	1
L	78.0	57.6		0	1	0	1
S	78.3	**54.2**	84.8		16	0	1
Bk	75.0	**44.9**	93.2	75.6		1	1
V	66.7	85.7	45.2	69.1	61.9		1
Ba	72.7	56.8	75	88.6	90.9	**31.0**	
n	92	107	59	119	119	42	44
u	1	28	0	12	15	2	0
%u	1.1	26.2	0	10.1	12.6	4.8	0
#c	11	31	6	6	18	4	4

Os remansos e brejos continham muitas espécies que não foram coletadas em nenhum outro lugar durante nosso inventário (Tabelas 7.5-6). Isso não significa que as espécies (Tabela 7.6) existam apenas nesses dois habitats, mas mais precisamente, que são macrohabitats produtivos e de alta qualidade em termos de número e abundância de espécies. Os rios de planície apresentaram-se, como era de se esperar, ricos em espécies (Tabela 7.5). Mais de 98% dos peixes encontrados nos rios de planície possuem distribuições geográfica e ecologicamente amplas, de forma que apenas 1 espécie, a *Loricaria* sp. 1, foi coletada unicamente neste macrohabitat.

Tabela 7.6. Espécies de peixes de água doce coletados somente em macrohabitats de remansos (n=15) e brejos (n=12) no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Somente remansos	**Somente brejos**
Catathyridium jenynsii	*Apteronotus bonapartii*
Corydoras sp. 4	*Bryconops* sp.
Dysichthys australis	Cichlidae sp.
Hemigrammus ocellifer	*Creagrutus* sp.
Megalechis thoracata	*Crenicichla semifasciata*
Metynnis sp.	*Hoplosternum littorale*
Ochmacanthus batrachostomus	*Hoplosternum* sp.
Ochmacanthus sp.	*Leporinus lacustris*
Odontostilbe kriegi	*Loricariichthys* sp.
Odontostilbe sp.	*Pseudoplatystoma tigrinum*
Piabucus melanostomus	*Rhamphichthys hahni*
Piaractus mesopotamicus	*Trachelyopterus coriaceus*
Pterygoplichthys sp.	
Trachydoras paraguayensis	
Trichomycterus johnsoni	

Tabela 7.7. Espécies de peixes de água doce coletados somente em macrohabitats de cabeceira no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (n=28).

Amaralia hypsiura	*Hemigrammus lunatus*
Ancistrus sp. 1	*Hypostomus* sp.
Ancistrus sp. 2	*Hypostomus* sp. 1
Astyanax sp. 1	*Hypostomus* sp. 2
Astyanax sp. 2	*Hypostomus* sp. 4
Astyanax sp. 3	*Loricaria* sp. 2
Astyanax sp. 4	*Megalonema platanus*
Bryconops sp. 2	*Otocinclus bororo*
Callichthys callichthys	*Phenacorhamdia hoehnei*
Characidae sp. A	*Pseudocetopsis gobioides*
Characidium sp. 3	*Pyxiloricaria menezesi*
Cochliodon cochliodon	*Schizodon isognathus*
Creagrutus sp. A	*Sturisoma* sp.
Farlowella sp. 2	*Tatia* sp.

Os rios das cabeceiras também demonstraram ser altamente ricos em espécies (Tabela 7.5), sendo que 26% da fauna fluvial do planalto foi encontrada unicamente nesses macrohabitats (Tabela 7.7). Esta relação contém a maioria dos grupos taxonômicos encontrados na análise das regiões de cabeceira (Tabela 7.1). Enquanto que alguns dos grupos taxonômicos nesta relação são claramente artefatos de amostragem (ex.: *Schizodon isognathus, Cochliodon cochliodon*), a maioria habita os planaltos ou pelo menos habitats de terra firme (ex.: *Otocinclus bororo*, *Bryconops* sp. 2*, Creagrutus* sp. A). Muitas destas espécies, embora com amplas distribuições, não se encontram distribuídas continuamente pelas bacias fluviais.

A distribuição de peixes, no que diz respeito aos macrohabitats, não é uniforme. Apenas 10 espécies foram encontradas em todos os sete macrohabitats (Tabela 7.8). Encontramos um adicional de 36 espécies habitando cinco ou seis macrohabitats (Tabela 7.8). Em todo este grupo, 46 espécies (cerca de 24% do total) contêm membros de cada um dos quatro principais grupos de peixes: tetras, bagres, peixes elétricos e ciclídeos. Este grupo contém muitas espécies que se encontram amplamente distribuídas nas bacias fluviais do Amazonas e do Paraguai (ex.: *Astyanax abramis, Leporinus friderici, Moenkhausia* spp.).

Tabela 7.8. Espécies de peixes de água doce encontrados somente em sete (n=10), em seis (n=15) ou em cinco (n=21) macrohabitats dentro do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Sete macrohabitats	**Cinco macrohabitats**
Astyanax asuncionensis	*Acestrorhynchus pantaneiro*
Crenicichla edithae	*Aphyocharax dentatus*
Cyphocharax gillii	*Apistogramma borellii*
Eigenmannia trilineata	*Brachyhypopomus* sp. B
Hoplias sp. 1	*Brachyhypopomus* sp. C
Hoplias sp. 2	*Bryconamericus exodon*
Moenkhausia intermedia	*Characidium* sp. 1
Moenkhausia sanctaefilomenae	*Charax* sp.
Odontostilbe calliura	*Gymnotus* sp.
Pyrrhulina australis	*Hemigrammus ulreyi*
	Hyphessobrycon sp. 1
Seis macrohabitats	*Laetacara dorisgera*
Aequidens plagiozonatus	*Leporinus friderici*
Aphyocharax anisitsi	*Leporinus striatus*
Aphyocharax paraguayensis	*Moenkhausia dichroura*
Astyanax abramis	*Odontostilbe microdon*
Bryconops sp. 1	*Otocinclus mariae*
Bujurquina vittata	*Otocinclus vittatus*
Characidium sp. 2	*Pimelodella* sp.
Curimatella dorsalis	*Rineloricaria* sp. 1
Gymnocorymbus ternetzi	*Triportheus nematurus*
Holoshestes pequira	
Hyphessobrycon callistus	
Poptella paraguayensis	
Psellogrammus kennedyi	
Steindachnerina brevipinna	
Synbranchus sp.	

O número de espécies que ocupa mais de um único habitat diminui de acordo com uma função logarítmica (Fig. 7.8a), tal que Y = 59,15 + 84,44*Log(X), onde Y é o número de espécies e X é o número de macrohabitats (P<0,01). Isto significa que muitas espécies foram encontradas apenas em poucos macrohabitats e verificou-se que poucas espécies ocupavam muitos macrohabitats. Para estimar-se o número mínimo de macrohabitats que conservasse o maior número de espécies, primeiro calculamos a percentagem cumulativa de espécies indo de um a sete macrohabitats (Fig. 7.8b). A porcentagem cumulativa de espécies (Y) aumenta de acordo com uma função logarítmica com o crescente número de habitats ocupados (X) determinados pela regressão (P<0,01) para ser Y = 27,84 + 84,44*Log(X). A partir da segunda derivada da regressão, descobrimos que a maior diminuição total (89%) no índice de mudança da porcentagem cumulativa das espécies, em relação aos macrohabitats, ocorre em quatro macrohabitats. Assim, obtém-se o número mínimo de macrohabitats ocupados pela máxima porcentagem de espécies (89%) além da qual o índice de acumulação de espécies diminui.

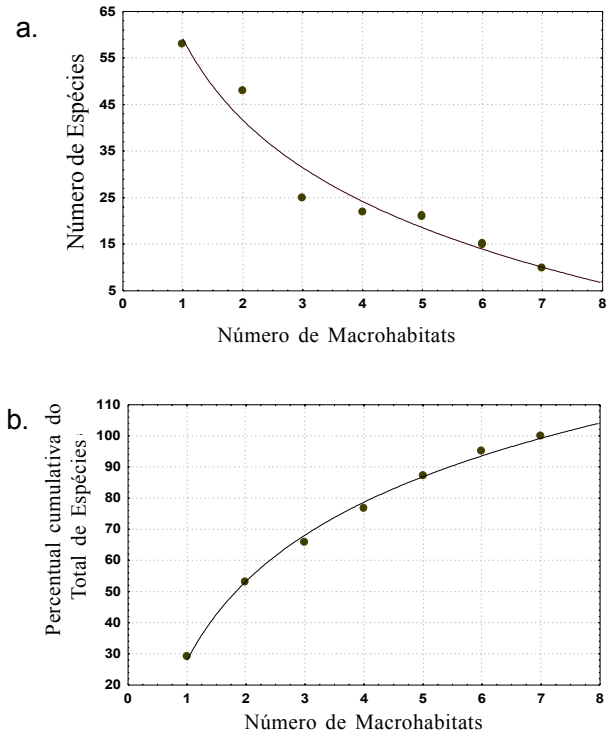


Figura 7.8. O número de espécies (a) e a porcentagem da freqüência cumulativa de espécies (b) representados graficamente em função do número de macrohabitats onde foram elas encontradas. As linhas representam as regressões dos quadrados mínimos logarítmicas.

Com exceção de três coeficientes de semelhança, todos os outros coeficientes foram significativos (P<0,0005) e maiores que a semelhança aleatória média. Estes resultados indicam relação de correlações ou de dependência entre macrohabitats (Tabela 7.5). Dois dos coeficientes que não diferiram das expectativas do acaso incluíram os macrohabitats de cabeceira e da planície. De maneira interessante, o terceiro coeficiente incluindo rios de cabeceira e remansos foi significativamente menor (P<0,0005) que a semelhança aleatória média. A rejeição da hipótese nula na extremidade negativa da distribuição indica que as maiorias das espécies encontradas em um macrohabitat não serão encontradas em um outro. Os macrohabitats de remansos da planície com presença de argila, detritos e vegetação são bem diferentes dos macrohabitats das cabeceiras. Nas circunstâncias atuais, existem 59 espécies em rios de cabeceiras e afluentes que não foram encontradas nos remansos da planície.

A matriz de distribuições de espécies por macrohabitats apresentou-se significativamente diferente do acaso. A temperatura observada da matriz foi de 36,7°. Com base em 500 simulações de Monte Carlo, a matriz de distribuição observada aparenta ter mais estrutura (isto é., temperatura mais baixa) que aquela descoberta ao acaso. A probabilidade de obtenção da temperatura de matriz era de $3.6x10^{-6}$; a temperatura observada foi de 4,49 desvios padrão abaixo da média simulada (m=53,16°, s = 3,66°). Conseqüentemente, a distribuição observada é consistente com a noção de que os macrohabitats formam subconjuntos nidificados em relação um ao outro, ou ilustram padrões de suave renovação de fauna (Atmar e Patterson, 1993; Leibold e Mikkelson, no prelo).

Tanto a análise de grupo de Parcimônia Camin - Sokal como de método de pares não pesados UPGMA produziram

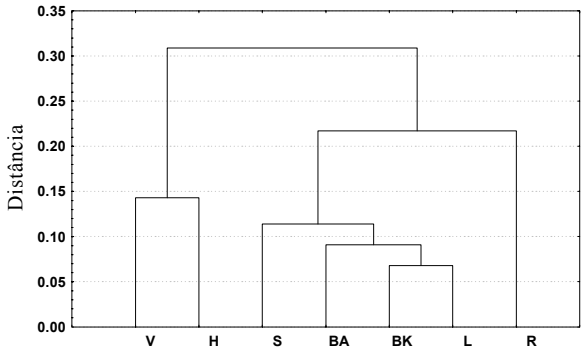


Figura 7.9. Análise de grupo de parcimônia de Camin-Sokal de macrohabitats dentro do Pantanal. Abreviações: BA — baías e salinas; BK – remansos; H – afluentes e rios de cabeceira; L – lagoas; R – rios de planície; S – brejos; e V – veredas.

o mesmo resultado (Fig. 7.9). No alto da hierarquia, dois grupos ficam evidentes, um compreendendo veredas e rios de cabeceira, o outro compreendendo todos os macrohabitats de planície. A relação das veredas com as cabeceiras é interessante porque as veredas são encontradas tanto em regiões de planalto como de planície. As veredas são caracterizadas por compartilharem 26 das 42 espécies com afluentes e rios de cabeceira (Tabela 7.9) além das 10 espécies encontradas em todos os macrohabitats (36 compartilhadas no total). Veredas têm características geológicas e químicas da água mais parecidas com as de ambientes de cabeceiras do que com os macrohabitats da planície.

O maior grupo contendo macrohabitats da planície está subdividido principalmente em dois (Fig. 7.9). O agrupamento maior contém macrohabitats que dependem do ciclo natural de inundação: brejos, remansos, lagoas e baías mais as salinas. Embora os rios corram através dos brejos, muitos dos canais dos meandros e os tufos de vegetação são inundados somente sazonalmente. Foi nestas áreas de vegetação e meandros que coletamos nossos dados (ex.: no Brejo da Fazenda Santa Sofia). Estes macrohabitats inundados compartilham muitos grupos taxonômicos e possuem altas semelhanças ($75{,}0 < S' < 93{,}2$), a mais alta de qualquer grupo de macrohabitats. Se os consideramos como uma unidade, estes macrohabitats respondem por 152 das 193 espécies capturadas (=79%).

O macrohabitat do rio de planície então se une ao grupo de macrohabitats inundados (Fig. 7.9). Portanto, as coletas na planície revelaram um grande número de espécies que preferem habitats de "águas calmas" com maiores quantidades de detritos (ex.: *Rineloricaria* spp., *Curimatopsis myersi, Doras eigenmanni, Piabucus melanostomus, Odontostilbe kriegi, Apteronotus bonapartii,* e *Mesonauta festivus*); muitas destas regressam aos rios principais quando ocorre o rebaixamento dos níveis da água.

Três descritores de vegetação foram codificados para cada coleta como variáveis binárias. Codificamos cada localidade em relação à presença ou ausência de gramíneas, vegetação inundada e matas ciliares. Os dados sem tratamento sozinhos sugerem que possam existir efeitos importantes (Tabela 7,10). Por exemplo, mais de 160 das 193 espécies foram coletadas quando todas as três condições eram satisfatórias, sugerindo que estas podem ser críticas para a preservação das espécies. Usando uma abordagem não paramétrica, testamos os efeitos potenciais da presença dessas variáveis de vegetação em relação à riqueza e à abundância relativa de espécies (Tabela 7.10). Os resultados mostram que a presença ou ausência de gramíneas não teve nenhum efeito nem sobre o número de espécies presentes nem sobre sua abundância. Ao mesmo tempo em que não houve nenhum efeito da vegetação inundada sobre o número de espécies presentes, houve um efeito altamente significativo em relação a abundância de espécies – ainda que o número de espécies fosse o mesmo, houve uma presença significativamente maior de indivíduos nas amostras de coletas feitas em localidades com vegetação inundada. Matas ciliares tiveram o maior impacto de todas as variáveis de vegetação. Quando matas ciliares estavam presentes, havia um número significativamente maior de espécies e mais indivíduos por espécies (Tabela 7.10).

Tabela 7.9. Espécies de peixes de água doce encontrados tanto em veredas como em afluentes como em rios de cabeceira (N=26) porém não incluindo as 10 espécies encontradas em todas as partes.

Aequidens plagiozonatus	*Gymnotus* sp.
Astyanax abramis	*Holoshestes pequira*
Astyanax lineatus	*Hyphessobrycon* sp. 3
Astyanax sp. 5	*Hypostomus* sp. 3
Brachyhypopomus sp. B	*Jupiaba acanthogaster*
Bryconamericus exodon	*Leporinus striatus*
Bryconamericus stramineus	*Loricaria* sp. 3
Bryconops sp. 1	*Otocinclus vittatus*
Characidium sp. 2	*Parodon gestri*
Corydoras aeneus	Pimelodidae gen. sp.
Corydoras polystictus	*Rineloricaria* sp. 1
Farlowella sp. 1	*Steindachnerina brevipinna*
Gymnorhamphichthys hypostomus	*Trichomycterus herberti*

Tabela 7.10. Os efeitos de pastos, vegetação inundada e matas ciliares na presença - ausência e abundância relativa de espécies de peixe de água doce no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os resultados (valores P) foram obtidos da ANOVA não paramétrica de Friedman. Abreviações: n° Cols – número de coletas nas quais o estado vegetal estava presente; n° Espécies – número de espécies presentes na categoria vegetal; aus. – ausência; pres. – presença. O número total de coletas efetuadas foi de 77. O número total de espécies coletadas foi de 193.

			Efeito	
Vegetação	**N° Cols**	**N° Espécies**	**pres. – aus.**	**abundância**
Pastos	31	169	Não, P>0,3	Não, P>0,03
Vegetação inundada	37	160	Não, P>0,4	Sim, P<0,003
Mata ciliar	44	174	Sim, P<0,05	Sim, P<0,02

DISCUSSÃO

O propósito deste tem sido examinar a distribuição de peixes de água doce, no que diz respeito às regiões, aos tipos de água e aos macrohabitats. As hipóteses nulas que foram testadas para cada um destes conjuntos de dados foram que os peixes de água doce estão distribuídos de maneira aleatória em relação a regiões, água e macrohabitats. Ainda que tenhamos apenas dados de fontes pontuais (ou seja, derivados de coletas únicas), nosso objetivo é proporcionar testes preliminares das hipóteses e uma base para estudos futuros. Entretanto, os testes destas hipóteses devem formar a base de um plano de preservação. Ao concordar com a filosofia de Shrader-Frechette e McCoy (1993), não tememos cometer um erro do tipo I (rejeição de uma hipótese nula verdadeira) e sugerir um plano de conservação que possa ser ligeiramente determinado demais. A alternativa certamente levaria à diminuição das espécies aquáticas e seus ambientes.

Os resultados demonstram que as espécies não estão distribuídas aleatoriamente em relação a regiões, tipos de água ou macrohabitats. Os padrões que mais chamam atenção foram discutidos com relação a regiões e macrohabitats. A análise da diversidade em relação à classificação da água foi consistente com boa parte da bibliografia (Lowe-McConnell, 1987; Goulding *et al.*, 1988) que, de uma maneira geral, indica que não deveríamos esperar que a classificação da água influenciasse em um alto nível a distribuição de espécies de peixes. De fato, encontramos uma relação de dependência entre águas pretas ou águas cristalinas e águas turvas, talvez sendo subconjuntos nidificados. Estes resultados diferem daqueles de Cox Fernandes (1999) para peixes elétricos no leito principal do Rio Amazonas e seus maiores afluentes, onde a química da água foi importante na determinação da distribuição das espécies.

Os resultados regionais mostram um forte efeito de planalto ou cabeceira em contraposição ao de planície. As planícies foram significativamente mais diversas que as terras altas, com 157 e 114 espécies, respectivamente. Esta relação está de acordo com as descobertas de Lowe-McConnell (1999), mas é de certa forma contrária à situação do Rio Napo, no Equador, onde Ibarra e Stewart (1989) não observaram o aumento da diversidade à jusante. O mais importante, a ictiofauna de planalto e de planície apresenta características de distribuição muito diferentes. Nas áreas de planalto, encontramos peixes distribuídos de forma bem restrita. Sessenta e três por cento das espécies encontradas somente nas terras altas (Tabela 7.1) foram encontradas a partir de uma única região apenas. Não houve padrão constante de semelhança entre as regiões de cabeceira (Fig. 7.7). Isto está totalmente compatível com as áreas de cabeceira atuando como um conjunto de ilhas, cada região com suas próprias características e distinções da fauna (vide Willink *et al.*, 2000). Outra característica importante das regiões das cabeceiras é que estas continham um número relativamente grande de espécies endêmicas (Willink *et al.*, 2000). Não foram encontradas espécies endêmicas na planície.

A transição faunística, partindo da planície para as áreas de planalto, foi relativamente pronunciada (Fig. 7.7). Ainda que algumas espécies da planície tenham uma distribuição que abrange as regiões mais altas e as encostas do planalto, esta é uma pequena porcentagem da fauna das cabeceiras. Foi observado que trinta ou mais espécies mudam entre estas zonas nos rios Negro e Taboco. Análises de grupos reuniram estas regiões em agrupamentos de planície e de planalto (Fig. 7.6).

Regiões da planície alagável continham espécies que se encontram amplamente distribuídas, tanto dentro como fora do Pantanal. Mais de 70% das espécies da planície foram coletadas em duas ou mais regiões. Um adicional de 20% foi capturado em três ou quatro regiões. Isto contrasta notavelmente com as distribuições limitadas de peixes nas regiões de cabeceira. Como resultado de suas amplas distribuições, muitas poucas espécies foram encontradas em apenas uma região ou divididas unicamente entre regiões. Isto e os resultados da análise de entropia nos levam a concluir que os peixes da planície apresentam uma relação de subconjunto nidificado entre as regiões de planície. Isto significa que habitat ou regiões menores conterão menos espécies.

Este padrão entre regiões dentro do Pantanal mostra tanto semelhanças como diferenças, em comparação as bacias do Rio Orthon e do Rio Paraguai abaixo do Pantanal (Chernoff *et al.*, 1999, in prep). Na bacia do Rio Orthon, na Bolívia, houve um forte efeito dos afluentes de terra firme ao desembocar nas águas do Rio Tahuamanu, mas a relação entre regiões mostrou um padrão de marcada movimentação faunística entre as regiões adjacentes (Chernoff *et al.*, 1999). No Rio Paraguai, Chernoff *et al.* (in prep) determinaram haver alta semelhança dentro das regiões alagadas e dentro das regiões de terra firme (Rio Apa, Riacho de La Paz). Havia, contudo, uma renovação faunística acentuada entre as zonas de terra firme e de várzea.

A distribuição de peixes entre os sete macrohabitats também nos fez rejeitar a hipótese nula de distribuição aleatória. Apenas um pequeno número de espécies (10) foi encontrado em todos os sete macrohabitats e um adicional de 26 espécies foi encontrado em cinco ou seis macrohabitats (Tabela 7.8). Este ponto é crucial porque significa que a maioria das espécies foi capturada em muito poucos macrohabitats. Com base no modelo de regressão logarítmica usado para ajustar a curva de acumulação de espécies (Fig. 7.8), pelo menos três macrohabitats devem ser preservados em grau mínimo para conservar a maior porcentagem de espécies (68%). Os três macrohabitats que contribuem mais

fortemente a esta descoberta são os brejos, remansos e macrohabitats da cabeceira. Entretanto, pela conservação de um quarto macrohabitat, o canal principal dos rios de planície, a porcentagem sobe para 89% — algo que definitivamente recomendamos, por causa da relação de dependência dos habitats inundados com o rio.

As análises de semelhança e de grupo separam os macrohabitats em dois grupos restritos: i) rios de cabeceira e veredas; e ii) rios de planície, brejos, remansos, lagoas e baías (inclusive salinas). As veredas quer nas terras altas ou baixas assemelham-se a rios de cabeceiras e afluentes em sua fauna, solos e química de suas águas. Os resultados, conforme previstos a partir da análise regional, são de que existe uma forte renovação em espécies entre os dois grupos restritos. Dentro de grupo de planície, existe uma forte associação entre os macrohabitats que são ou eram inundados durante os ciclos de cheias sazonais. As salinas e baías representam uma transição em direção à condição de ambientes terrestres, a primeira não tendo recebido águas das enchentes por bastante tempo. Como resultado, a ictiofauna das salinas e baías é reduzida se comparada com outros macrohabitats. A mudança na condutividade, oxigênio e íons dissolvidos determina a capacidade de sobrevivência dentro das baías e salinas.

O agrupamento encontrado nos rios de planície se une então ao grupo de habitats inundados. Este padrão é muito diferente do que aquele descoberto a jusante do Rio Paraguai após o Pantanal (Chernoff *et. al*., in prep). No estudo do Rio Paraguai, todos os habitats inundados compartilhavam mais espécies com os habitats dos principais rios do que um com o outro, e por conseqüência possuíam maiores semelhanças. Chernoff *et al.* (in prep) interpretaram isso como um resultado da inundação e de peixes ativamente mudando da calha principal do rio para habitats inundados. No Pantanal, que é muito diferente da várzea do Rio Paraguai no Paraguai, os peixes podem estar repartindo a várzea em componentes de águas estagnadas e de águas correntes, de forma que muitas espécies saem de canais de maior energia e entram em regiões inundadas enquanto existir tanto água como oxigênio.

Embora a natureza da relação entre peixes e florestas nos ambientes de várzeas tenha sido bem documentada por Goulding (1980) e Goulding *et al.* (1988), existem poucos estudos publicados que demonstrem os efeitos da vegetação na riqueza das espécies (ex.: Lowe-McConnell, 1987). Nossos dados demonstraram dois efeitos importantes que são cruciais para o desenvolvimento de planos de conservação: i) que a presença de vegetação inundada está associada a uma maior abundância; e ii) que a presença de matas ciliares está associada tanto a uma maior abundância como a uma maior riqueza de espécies. Os sistemas radiculares da *Eichhornia* são habitats particularmente importantes para muitas espécies, tanto em número de espécies como em profusão de indivíduos vivendo sob as raízes, algo quase inacreditável no Brejo Santa Sofia, um pântano que estava altamente ameaçado.

Em conclusão, nossas análises de macrohabitat, de água e de geografia demonstram que os agrupamentos de peixes não mudam suavemente à medida que se vai passando de um gradiente ambiental a outro. Pelo contrário, existem zonas de mudanças mínimas, com agrupamentos vivendo relações de subconjuntos nidificados (ex.: do Baixo ao Médio Rio Negro, ou dos brejos aos remansos) e então existem limites de renovação faunística abrupta mas não aleatória (ex.: de Anhumas ao Alto Rio Negro). Estes resultados harmonizam-se bem com as descobertas de (Campos, 1985; Balon *et al*., 1986; Ibarra e Stewart, 1989; Cox Fernandes 1999) que também descobriram padrões não aleatórios de zoneamento dentro de comunidades aquáticas . Além disso, a presença de matas ciliares e de vegetação inundada produz importantes efeitos sobre a riqueza de espécies ou abundância de indivíduos.

ANÁLISES DAS AMEAÇAS

As duas principais ameaças que enfrenta o Pantanal são: a construção de diques, canalização e retificação do leito do Rio Paraguai para o projeto da Hidrovia; e a conversão do habitat em áreas de desenvolvimento de atividades pecuárias e agrícolas. Pelo fato de não ser a distribuição dos peixes em todo o Pantanal algo homogêneo, mas com significativos efeitos de macrohabitat e regionais, as ameaças afetarão a ictiofauna diferentemente.

Se a Hidrovia for construída, o Rio Paraguai será canalizado, terá seu leito retificado, e será ocasionalmente represado para que se possa promover a passagem de embarcações. Se o empreendimento se concretizar, a Hidrovia afetará as regiões de planície mais do que as áreas de cabeceiras. A canalização e por conseqüência, o rebaixamento do leito do Rio Paraguai removerão água das áreas da planície laterais à sua calha principal. O efeito é simples, quanto mais profunda a calha, será dada maior vazão à água dos afluentes mais próximos. Com isso, haverá uma redução e potencialmente eliminação das áreas de inundação: remansos, brejos, lagoas, baías, etc. Também começará a haver a canalização dos rios que são atualmente bem rasos, porque a crescente vazão irá remover todo o substrato fino que caracteriza o leito dos rios de planície. A eliminação das áreas inundadas implicaria em duas conseqüências desastrosas: i) eliminaria as áreas nas quais encontramos a maior riqueza de espécies; e ii) eliminaria áreas de viveiros de importância crucial e o hábitat para a reprodução da grande maioria de espécies de peixes, inclusive as de importância comercial, como o curimbatá, o dourado, e o pacu. Com a eliminação das áreas inundadas e aumento da vazão dos rios de planície, prevemos que 40 a 60% das espécies serão eliminadas do Pantanal. Esta conclusão se baseia nos padrões de riqueza de espécies (Tabelas 7.3,7.5) e na relação

entre a riqueza de espécies e o número de macrohabitats ocupados (Fig. 7.8a). As 36 espécies que ocupam cinco ou mais macrohabitats (Tabela 7.8) são grupos taxonômicos que poderiam ser mais resistentes às diferenças, se assumirmos que amplitude dos macrohabitats ocupados está correlacionada com a generalização ecológica. Notamos que esta lista contém poucas ou nenhuma espécie de peixe de importância comercial (talvez o *Hoplias* sp., Tabela 7.8).

Os impactos ambientais causados ao Pantanal pela conversão do hábitat são visíveis tanto nas planícies como nas cabeceiras. As áreas de cabeceiras estão entre os mais frágeis de todos os ecossistemas aquáticos e dependem de áreas ribeirinhas para que haja redução do assoreamento e sedimentação dos rios. O assoreamento e a sedimentação não somente mudam o substrato dos habitats aquáticos, como também mudam a química da água e principalmente a limpidez das águas. Grande parte das áreas de florestas das regiões de cabeceiras do Pantanal tem sido eliminadas ou altamente modificadas. Os peixes das regiões de cabeceira são não somente muito endêmicos (Willink *et al.*, 2000) como também grande parte das espécies (25%) não foi encontrada em nenhum outro lugar. É inacreditável que foram coletadas 114 espécies em regiões de cabeceira, das quais 107 foram encontradas em rios de cabeceira. O efeito de matas ciliares (Tabela 6.10) demonstra como as florestas são importantes para a manutenção da biodiversidade aquática – o efeito da floresta foi encontrado, quer calculando-o para cabeceiras e planícies separadamente, quer em conjunto. Conforme observado que a maioria das espécies de cabeceira vive em apenas uma ou duas regiões, é imperativo preservar o meio ambiente de cada uma das regiões de cabeceira para que estas espécies muito frágeis sejam protegidas.

A conversão do habitat em áreas de desenvolvimento de atividades pecuárias e agrícolas também mostrou-se predominar nas planícies da mesma maneira. Testemunhamos a queimada de tufos de *Eichornia* no Brejo Santa Sofia. Este brejo tem papel de vital importância, não somente por ser refúgio e viveiro para peixes, mas também por funcionar como um filtro de nutrientes e sedimentos para o Rio Negro como um todo. A riqueza e abundância de espécies do Brejo Santa Sofia e outros brejos (ex.: no Rio Taboco) é extremamente alta—os brejos continham 119 espécies de peixes, mais de 60% de toda a fauna. Ademais, a remoção de matas ciliares e a mudança da natureza dos habitats nas florestas inundadas também ocasionará efeitos devastadores na fauna. Goulding (1980), Lowe-McConnell (1987), Machado-Allison (1987), e Goulding *et al.*, (1988) detalharam a íntima relação entre regiões inundadas e peixes das várzeas das planícies. Estas áreas abrigam mais de 70% de todas as espécies de peixes coletados no Pantanal.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Os peixes de água doce apresentam distribuição não aleatória com relação a regiões, tipos de águas e macrohabitats dentro do Pantanal. O padrão geral consiste em uma forte renovação faunística entre as regiões de cabeceira ou planalto e seus macrohabitats em função das planícies, as regiões de várzeas e os macrohabitats a elas associados.

- Os peixes de cabeceira não possuem uma ampla distribuição e são encontrados em uma ou apenas algumas regiões de planalto. Estas regiões atuam como ilhas com grandes porções de sua fauna isoladas das outras ilhas de cabeceira. As áreas de cabeceira são bem ricas em espécies, com mais de 50% de todas as espécies capturadas lá encontradas, das quais mais de 25% foram somente encontradas nos planaltos. É de crucial importância a preservação de um hábitat intocado nas áreas de cabeceira de cada uma das quatro bacias fluviais.

- As regiões de planície contêm o maior número de espécies de peixes (n=157) e necessitam ser protegidas. As espécies da planície encontram-se amplamente distribuídas em todas as regiões do Pantanal. Peixes migratórios da planície (ex.: curimatídeos, *Pseudoplatystoma fasciatum*) usam grandes porções de bacias fluviais (ex.: a do Rio Negro), estendendo-se até o sopé das montanhas durante seu ciclo de vida. É extremamente importante o estabelecimento de um corredor aquático que se estenda do Baixo Rio Negro até as cabeceiras.

- A maior riqueza de espécies encontra-se nos habitats inundados, principalmente em brejos e remansos. Áreas núcleo devem ser estabelecidas a parte, com espaço suficiente para suportar a diversidade dos macrohabitats inundados. Além do mais, é crucial que grandes extensões de matas ciliares sejam protegidas, a fim de proteger as relações dinâmicas entre os componentes dentro de todo o ecossistema aquático.

- Brejos como o da Santa Sofia e os do Rio Taboco requerem proteção. Durante nossa visita, as áreas de borda estavam sendo convertidas e queimadas. Os brejos propiciam um habitat de extrema importância para a manutenção de uma ictiofauna abundante e diversificada (55% das espécies). Além disso, os brejos prestam serviços fundamentais, atuando como áreas de viveiros e como filtro para a água e sedimentos .

- Pelo nível de destruição ambiental dos rios Miranda, Taquari e Aquidauana, é fundamental o desenvolvimento de grandes áreas núcleo de conservação dentro do Rio Negro. O Rio Negro ainda apresenta um alto grau de intactilidade e de matas ciliares. A conservação do número máximo de espécies de peixes assim como os níveis de pesca comercial e esportiva requerem grandes extensões de áreas de extrema importância dentro da bacia do Rio Negro. Áreas relativamente intocadas, com florestas e com macrohabitats heterogêneos devem ser assim mantidas ou receber a adequada proteção.

LITERATURA CITADA

Alroy, J. 1992. Conjunction among taxonomic distributions and the Miocene mammalian biochronology of the Great Plains. Paleobiology 18:326-343.

Atmar, W. and B. D. Patterson. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species found in fragmented habitat. Oecologia 96:373-382.

Balon, E.K., S.S. Crawford, and A. Lelek. 1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. Environmental Biology of Fishes 15:243-271.

Campos, H. 1985. Distribution of the fishes in the andean rivers in the south of Chile. Archiv für Hydrobiologie 104:169-191.

Chernoff, B., P.W. Willink, J. Sarmiento, A. Machado-Allison, N. Menezes and H. Ortega. 1999. Geographic and macrohabitat partitioning of fishes in the Tahuamanu-Manuripi region, Upper Rio Orthon Basin, Bolivia. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Upper Rio Orthon basin, Pando, Bolivia. Pp. 51-67. B. Chernoff and P.W. Willink (eds.). Bulletin of Biological Assessment 15, Conservation International, Washington, D.C.

Chernoff, B., P. W. Willink, M. Toledo-Piza, J. Sarmiento, M. Medina, and D. Mandelburger. In prep. Testing hypotheses of geographic and habitat partitioning of fishes in the Río Paraguay. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Río Paraguay basin, Departamento Alto Paraguay, Paraguay. B. Chernoff and P. W. Willink (eds.). Bulletin of Biological Assessment. Conservation International, Washington, D.C.

Cox Fernandes, C. 1999. Detrended canonical correspondence analysis (DCCA) of electric fish assemblages in the Amazon. *In* Biology of tropical fishes. Pp. 21-39. A.L. Val and F. Almeida-Val (eds.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forests: explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Los Angeles. 280 pp.

Goulding, M., M. L. Carvalho, and E. G. Ferreira. 1988. Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands. 200 pp.

Ibarra, M. and D. J. Stewart. 1989. Longitudinal zonation of sandy beach fishes in the Napo River basin, eastern Ecuador. Copeia 1989:364-381.

Leibold, M. A. and G. Mikkelson. 2000. Coherence, species turnover, and boundary clumping: elements of meta-community structure. Oecologia:in press.

Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New York. 382 pp.

Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudios ecolôgicos de comunidades de peixes neotropicais. Editora da Universidade de São Paulo, Brasil.

Machado-Allison, A. 1987. Los peces de los Llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural. Universidad Central de Venezuela Consejo de Desarollo Cientifico y Humanistico, Caracas. 141 pp.

Rice, W.R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. Evolution 43:223-225.

Rohlf, F.J. and R.R. Sokal. 1995. Statistical tables. W. H. Freeman and Co., N.Y.

Shrader-Frechette, K.S. and E.D. McCoy. 1993. Method in ecology. Cambridge University Press, New York. 328 pp.

Willink, P.W., O. Froelich, A. Machado-Allison, N. Menezes, O. Oyakawa, A. Catella, B. Chernoff, F. Lima, M. Toledo-Piza, H. Ortega, A.M. Zanata, R. Barriga. 2000. Fishes of the rios Negro, Negrinho, Taboco, Taquari and Miranda, Pantanal, Brasil: diversity, distribution, critical habitats, and value. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 63-81. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Lourival (eds.). Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

CAPITULO 8

LEVANTAMENTO DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS DE LOCALIDADES SELECIONADAS NA PORÇÃO SUL DA PLANÍCIE ALAGÁVEL DO PANTANAL E CERRADO DO ENTORNO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro e Vanda Lúcia Ferreira

RESUMO ESTATÍSTICO

- Nas cabeceiras dos rios Taquari, Miranda e Aquidauana, situadas no domínio dos cerrados, foram positivamente identificadas 32 espécies de anfíbios anuros (em 14 gêneros e seis famílias distintas), cinco espécies de caiman e nove espécies de serpentes, além de um quelônio.

- Ao longo das drenagens dos rios Negro e Taboco, incluindo tanto áreas de planalto como da planície inundável do Pantanal, foram registradas 27 espécies de anuros (13 gêneros; seis famílias), cinco espécies de lagartos, seis espécies de serpentes e um jacaré;

- Pelo menos duas espécies de anuros podem constituir novidade para a ciência. Adicionalmente, três espécies possem ser novos registros para o Pantanal e regiões inventariadas.

RESUMO

A herpetofauna em áreas da porção sul da planície inundável do Pantanal e em algumas localidades nos planaltos do entorno foi inventariada no período de 25 do agosto a 13 de setembro de 1998. As informações foram obtidas principalmente a partir da coleta de espécimes durante procura aleatória nas proximidades de corpos d'água, mas também através de registros visuais, vocalizações (no caso de anfíbios anuros) e exame de material colecionado por terceiros. Nas cabeceiras, foram realizados inventários em três grandes unidades de amostragem: Aquidauana, Alto Taquari e Alto Miranda. Na Bacia do Rio Negro trabalhou-se em quatro unidades de amostragem: alto Rio Negro, médio Rio Negro, baixo Rio Negro e Taboco. Um total de 41 espécies de anuros e 24 espécies de répteis (um quelônio, sete lagartos, 15 serpentes e um jacaré) foram positivamente identificados na totalidade da área amostrada. A maior parte das espécies pode ser considerada como característica de hábitats abertos. Em relação aos planaltos circundantes, a planície inundável do Pantanal apresenta menor heterogeneidade de hábitats mas maior disponibilidade de corpos d'água permanentes. Disto resulta menor riqueza de espécies, porém com maior produtividade (especialmente no caso de anuros). As informações obtidas sobre a herpetofauna da área de cabeceiras apontam a necessidade de inventários adicionais que contemplem a multiplicidade de hábitats e forte sazonalidade dos ambientes de cerrado.

INTRODUÇÃO

Anfíbios são particularmente suscetíveis a alterações ambientais, devido a dois aspectos básicos de sua biologia: a pele altamente permeável e desprovida de fâneros de proteção (tornando-os altamente vulneráveis a poluentes químicos e radiações) e o fato de que muitas espécies dependem simultaneamente de ambientes aquáticos e terrestres, em boas condições de conservação, para sua sobrevivência (Beebee 1996).

Alterações na qualidade do ambiente podem afetar os anfíbios de muitas maneiras. Presumivelmente, fatores como a toxicidade de pesticidas ou mesmo de fertilizantes, o aumento do nível de radiação de alta energia (raios UV) pela redução da camada de ozônio, ou ainda alterações na disponibilidade de corpos d'água, na qualidade das águas e no regime hidrológico podem afetar os anfíbios da mesma maneira que a quaisquer outros vertebrados. Alterações climáticas em larga escala também tem sido apontadas como possíveis causas de declínio populacional em anfíbios (veja Laurance 1996). A real contribuição desses fatores em

processos como o GAD (declínio global de anfíbios, tendência detectada nas últimas décadas) ou extinções locais, entretanto, apenas começa a ser investigada (e.g., Delis et al. 1996; Laurance 1996; Beebee 1997).

Tão deletéria para anfíbios quanto alterações na qualidade do ambiente, e bem mais evidente, é a perda de hábitats em decorrência de práticas agriculturais tais como desmatamento, queimadas, dragagem, aração, estabelecimento de pastagens, de monoculturas. Além da mencionada sensibilidade a agentes externos, a relativa facilidade com que populações de anfíbios podem ser monitoradas faz destes animais bons indicadores de qualidade ambiental.

Muitas espécies de répteis podem também ser utilizadas na avaliação da qualidade ambiental: estes organismos ocupam posição apical em cadeias alimentares e sua sobrevivência depende da integridade das populações de presas (Moura-Leite et al. 1993). Entretanto, alguns aspectos inerentes ao grupo limitam sua utilização com esta finalidade, em estudos de curta duração. Entre estes aspectos podem ser citados: a menor densidade populacional em relação aos anfíbios; a grande mobilidade de lagartos e serpentes e a diversidade de substratos que utilizam para suas atividades; a inexistência de métodos de atração e/ou captura que sejam eficientes a curto prazo; o fato de poucas espécies (além de quelônios e crocodilianos) apresentarem hábitos eminentemente aquáticos ou associação mais estreita com corpos d'água permanentes. Adicionalmente, durante a estação seca, muitos répteis neotropicais (assim como anfíbios) diminuem ou cessam suas atividades. Por tais características, o inventário de répteis demanda tempo de busca necessariamente maior do que para outros grupos de vertebrados, especialmente em áreas com grande heterogeneidade de hábitats.

A planície inundável do Pantanal é um pouco melhor conhecida, sob o ponto de vista de sua composição herpetofaunística, do que ambientes situados nos planaltos do entorno. Ainda assim, as informações disponíveis sobre faunas locais (na região compreendida pelo presente estudo) são escassas, usualmente muito antigas e pontuais (e.g., Koslowsky 1898, sobre répteis coletados em Miranda; Lutz 1946, sobre anuros da mesma localidade).

Toda informação disponível sobre répteis em áreas sob a influência do "PCBAP," Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, (o qual inclui a totalidade da área inventariada durante o AquaRAP) foi recentemente compilada (PCBAP, 1997). O documento apresenta uma lista preliminar de anuros (41 espécies) de localidades situadas nos municípios de Corumbá, Miranda, Bonito, Aquidauana e Rio Verde. Em relação aos répteis, são conhecidas atualmente 177 espécies na área do PCBAP, das quais aproximadamente a metade ocorre em áreas inundáveis do Pantanal (PCBAP, 1997). Em muitas localidades amostradas durante o AquaRAP, nenhuma coleta anterior havia sido realizada.

MÉTODOS

A equipe de herpetofauna dividiu-se em dois grupos, cada um com dois pesquisadores. Um grupo realizou coletas nas cabeceiras dos rios Aquidauana, Taquari e Miranda. Estes locais, aqui considerados como unidades de amostragem, são referidos no texto e apêndices como Aquidauana (AQ, três estações de coleta), Alto Taquari (UT, oito estações) e Alto Miranda (UM, dez estações), (Apêndice 7). Outra grupo, responsável pelos inventários na bacia do Rio Negro, trabalhou em quatro unidades de amostragem: Alto Rio Negro (UN, nove estações de coleta), médio Rio Negro (MN, oito estações), baixo Rio Negro (LN, nove estações) e Taboco (TA, quatro estações) (Apêndice 8).

Espécimes de anuros e de répteis foram coletados principalmente durante deslocamentos a pé ao longo das margens de corpos d'água e áreas de entorno até 500 m de distância, usualmente menos. Durante os deslocamentos, todo microhabitat visualmente acessível era cuidadosamente examinado: solo, arbustos, troncos de árvores, serapilheira, raizames, troncos caídos, fendas, sob pedras, etc. Algumas espécies foram registradas somente com base em avistamentos ou através de sua vocalização, no caso de anuros. Em algumas oportunidades, o emprego de peneiras e redes para a captura de peixes resultou também na coleta de girinos e, eventualmente, alguns adultos.

Todo material foi rotineiramente fixado em solução de formalina 10% e posteriormente conservado em etanol 70%. Girinos foram fixados e conservados em solução de formalina 5%. A maior parte dos espécimes coletados encontra-se depositadas na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Espécimes-testemunho estão depositados também na Coleção de Herpetologia do Departamento de Ciências do Ambiente do Centro Universitário de Corumbá (CEUC/UFMS); Coleção de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e Coleção de Vertebrados da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). A numeração de campo das amostras vai de B98-C-H-01 até B98-C-H-28 (cabeceiras) e B98-N-H-01 até B98-N-H-38 (Rio Negro).

A ordem de apresentação das categorias supra-específicas, nas listas sistemáticas (Apêndices 9 e 10), segue Pough et al. (1998) e as espécies em uma mesma família estão ordenadas alfabeticamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados Biológicos

Em toda a área inventariada, incluindo planície inundável e planaltos de entorno, foram registradas 41 espécies de anfíbios anuros e 24 de répteis. Dois terços das espécies

registradas para a região de cabeceiras foram identificadas através da coleta de espécimes-testemunho. Dez espécies (sete anuros e três répteis) foram positivamente identificadas através de registro visual ou de suas vocalizações (no caso de anuros). Do total de espécies registradas na bacia do rio Negro, sete (três anuros e quatro répteis) foram identificadas através de registro visual ou de vocalizações (no caso de anuros).

As listas de espécies da herpetofauna registradas nas localidades inventariadas durante o AquaRAP, com alguns dados sobre sua história natural, constituem os Apêndices 9 e 10. Os Apêndices 11 e 12 mostram as espécies registradas em cada unidade de amostragem.

Os Figuras 8.1-2 mostram o número cumulativo de espécies (anfíbios e répteis) encontradas em função do tempo de procura, na região de cabeceiras e na bacia do Rio Negro, respectivamente. Nota-se claramente que os levantamentos, em ambas as regiões, ainda estavan incompletos. O protocolo de coletas empregado durante o AquaRAP, tempo limitado a duas horas ou menos em cada sítio, dificuldades logísticas para retornar ou permanecer à noite nestes sítios e operíodo do ano, limitaram o encontro de répteis e anfíbios.

A metodologia RAP obviamente não tem por finalidade a obtenção de listas exaustivas de espécies, mas é esperado que os resultados para cada um dos diferentes grupos amostrados sejam minimamente informativos e permitam inferências e orientações quanto ao estado de conservação de determinada área. A diversidade de répteis foi baixa em todas as regiões amostradas durante o AquaRAP, não permitindo este tipo de análise. Como exemplo, em AQ foi registrada apenas uma única espécie (uma serpente); em UT foram registradas três serpentes (3 gêneros, 2 famílias) e quatro lagartos (3 gêneros, 3 famílias), e em UM foram registradas cinco serpentes (5 gêneros, 3 famílias), dois lagartos e um quelônio.

Mesmo considerando o pouco tempo empregado em incursões noturnas, as informações sobre anfíbios em áreas de cabeceiras são um pouco melhores do que aquelas sobre répteis. Sendo mais dependentes de corpos d'água, anfíbios geralmente buscam abrigo nas proximidades destes e podem ser mais facilmente encontrados do que os répteis durante a inspeção cuidadosa de troncos, pedras, serrapilheira e outros abrigos potenciais.

Em UT foram encontradas 11 espécies de anuros (6 gêneros, 3 famílias); em UN, 14 espécies (10 gêneros, 5 famílias). Em UM foram registradas 26 espécies de anuros (12 gêneros, 6 famílias). A diversidade nas duas primeiras unidades pode ser considerada baixa já que em áreas de cerrado, como aquelas no entorno do Pantanal (com grande heterogeneidade de habitats para anfíbios), estima-se a ocorrência de 45 espécies de anfíbios em um raio de 20 km (A.F.B. de Araújo e G. Colli, unpubl. report).

No total, foram encontradas 35 espécies distintas de anfíbios anuros nas altas cabeceiras do Taquari, Negro e Miranda, o que deve representar em torno de 50% do número de espécies esperado para a região. Metade das espécies encontradas nas cabeceiras ocorrem também na planície inundável (18 espécies). Outras 17 espécies foram registradas apenas em áreas altas, de cerrados, periféricas ao Pantanal (veja Apêndices 11 e 12).

No médio Rio Negro (MN) foram coletadas 15 espécies de anuros (8 gêneros, 4 famílias) e no baixo Rio Negro (LN), 19 espécies (12 gêneros, 5 famílias). Reunindo as espécies

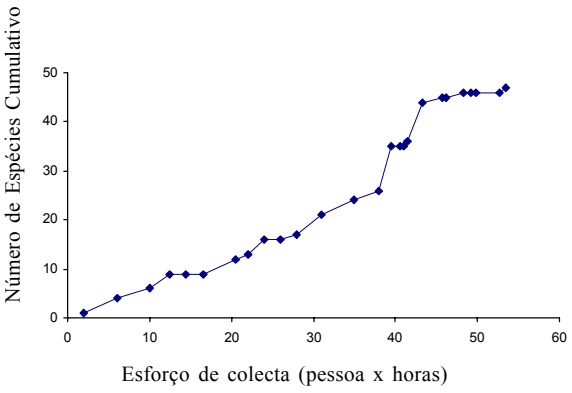


Figura 8.1. Curva cumulativa para espécies de anfíbios e répteis próximos a ambientes aquáticos nas cabeceiras do Rio Taquari e Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. Os espécimens foram encontrados nas trilhas percorridas e inspecionando cuidadosamente microhabitats visíveis, sem ultrapassar 500m das margens dos corpos d'água.

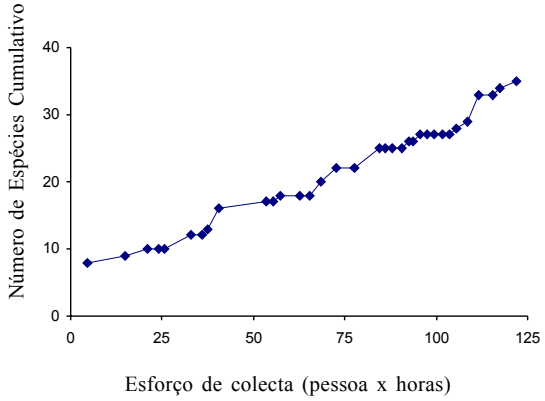


Figura 8.2. Curva cumulativa para espécies de anfíbios e répteis encontrados durante a expedição aquarap, próximos ou em ambientes aquáticos ao longo das bacias do rio Negro e do rio Taboco, Mato Grosso do Sul.

dessas duas unidades tem-se 22 formas distintas, com grande similaridade entre os dois conjuntos faunísticos. O número de espécies encontrado em MN e LN, conjuntamente, pode ser considerado como representativo, correspondendo a cerca de 65% do total (35 espécies) esperado para as duas unidades. Este resultado deve-se, em parte, à ocorrência de chuvas durante as coletas no LN. As espécies com ocorrência provável na região mas não encontradas durante o AquaRAP são aquelas com distribuição mais restrita ou associadas a ambientes pouco amostrados, como capões e cordilheiras. Apenas uma espécie, encontrada no MN *Physalaemus* cf. *biligonigerus*, pode tratar-se de novo registro ou, mesmo, nova espécie.

No Taboco (TA) foram coletadas 11 espécies de anuros (7 gêneros, 4 famílias). Considerando que esta unidade é formada pelo alto e baixo Taboco (com grande heterogeneidade ambiental), seria esperado um número de espécies semelhante àquele em UN (40-50 espécies). A impossibilidade de retornar aos locais no período noturno e a seca no alto Taboco, durante o período de coletas, tiveram influência decisiva no número de espécies registrada para a região, que pode abrigar formas características. Na parte baixa (área de inundação do Rio Taboco), a fauna de anuros registrada foi muito semelhante à existente em MN e LN.

A maior parte das espécies, em todas as unidades de amostragem, pode ser considerada como característica de habitats abertos (veja Apêndice 9) ocorrentes no domínio dos cerrados (e.g., *Physalaemus nattereri, Pseudopaludicola mystacalis, Hyla albopunctata*). Entretanto, pelo menos duas espécies em UT (*Eleutherodactylus* sp. e *Hyla* cf. *crepitaus*), duas em UN (*Epipedobates braccatus* e *Adenomera* sp.) e três em UM (*Bufo* (aff. *margaritifer*), *Epipedobates pictus* e *Leptodactylus elenae*) parecem estar definitivamente associadas a ambientes florestados. É justamente entre estas espécies que são esperadas novidades taxonômicas.

Nenhuma das espécies encontradas, até o momento, pode ser considerada como endêmica. Entretanto, a ocorrência de espécies endêmicas em algumas localidades, principalmente nas cabeceiras, não pode ser descartada e, pelo menos em UM, há indícios de endemismo em outros grupos taxonômicos. Além disso, o conhecimento biogeográfico, taxonômico e ecológico sobre a maior parte dos anuros e répteis do Brasil Central é ainda muito deficiente e cada inventário adicional em localidades no domínio dos cerrados aponta novidades.

Tanto em UT como em UM foram encontrados, em cada ponto, poucos indivíduos de cada espécie. As espécies mais abundantes são aquelas de grande valência ecológica (como *Bufo paracnemis* e *Leptodactylus chaquensis*), as quais podem ser encontradas com frequência mesmo em ambientes bastante alterados, peridomiciliares. Em UN foram encontradas algumas espécies com maiores densidades populacionais, como *Hyla minuta* e *H. raniceps*, que comumente se utilizam de lagoas e açudes artificiais. Em todos os locais, os indivíduos apresentaram boas condições de higidez (cor, tamanho, atividade reprodutiva), apesar da deterioração de alguns sítios (desmatamento e assoreamento).

Em UM, chama atenção a ampla ocorrência de *Epipedobates* sp. (um pequeno sapo de colorido vistoso, da família Dendrobatidae, bastante apreciada no mercado de "pets"), cujos indivíduos podem ser ouvidos vocalizando durante o dia em meio à serrapilheira, em áreas de mata. Em muitas localidades do Brasil central, *Epipedobates* e *Eleutherodactylus* (este último, também do chão da mata) são comumente encontrados em simpatria. O fato de *Epipedobates* não ter sido ouvido em UT pode ser decorrência do elevado grau de descaracterização da cobertura vegetal original. Por outro lado, sua expressiva presença em UM parece indicar a maior integridade dos hábitats florestados.

Para anfíbios, o Pantanal representa um ambiente pouco heterogêneo e com maior disponibilidade de ambientes aquáticos permanentes, se comparado ao planalto que o circunda. Disso resulta a baixa diversidade e altas densidades populacionais (alta produtividade) que caracterizam a comunidade de anfíbios da planície inundável (MN e LN). No baixo Taboco, a situação é semelhante.

IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

A situação atual dos ambientes ciliares em UT pode ser considerada como grave. Histórico de vinte anos de desmatamentos, queimadas, exploração madeireira, formação de pastagens e monoculturas, associadas ao manejo inadequado dos solos e assoreamento da maior parte dos cursos d'água, incluindo nascentes, pode já ter resultado em extinções locais de algumas espécies de anfíbios.
Veredas, duas das quais foram visitadas em UT, parecem estar melhor protegidas. Além de terem sido aí registradas espécies características (como *Hyla albopunctata* e *Pseudopaludicola* spp.) em densidades comparáveis àquelas em veredas de outras regiões, não parece haver risco imediato à integridade das mesmas.

Em UN e TA, a situação pode ser considerada menos crítica se comparada com UT, embora em muitos locais as matas ciliares e vegetação de cerrados já tenham sido retiradas e grandes porções dos rios estejam assoreadas. Adicionalmente, essas regiões apresentam maior heterogeneidade de habitats, incluindo ambientes de planalto e planície de inundação. Em UM, a situação é também relativamente melhor, com maiores extensões de áreas florestais contínuas e melhor proteção de ambientes ciliares. Observa-se, entretanto, que este tipo de proteção está limitada às áreas de influência das atividades de ecoturismo e às áreas são mais facilmente atingidas pela fiscalização.

As ameaças mais evidentes às comunidades de anfíbios em UT, UN e TA são decorrentes da remoção da cobertura vegetal original, por motivos diversos, alterando profundamente as condições necessárias à sua alimentação e reprodução: diminuição da área total florestada, alteração da camada e condições microclimatológicas da serapilheira, erosão e assoreamento. Contaminação ou outros tipos de alteração da qualidade e do regime de águas também constitui séria ameaça às comunidades locais de anfíbios.
Em UM, o nível de ameaça é menor, dado o franco desenvolvimento de consciência e atitudes conservacionistas, em diferentes pontos do sistema. A região do MN apresenta-se em bom estado de conservação, havendo desmatamentos pontuais. Isto é devido, em parte, ao fato de que a região é de difícil acesso por terra e também porque a principal atividade econômica, a pecuária, utiliza-se dos campos de gramíneas nativas. Na região do LN existe ameaça indireta, representada pelo turismo crescente e ainda pouco ordenado.

A persistirem a velocidade e intensidade das alterações que esses ambientes vem sofrendo (especialmente no que se refere à perda de habitats ciliares florestados), comunidades inteiras de anuros poderão ser afetadas, principalmente devido a: diminuição da disponibilidade de alimento; redução de locais apropriados à desova, redução da sobrevivência de formas jovens; extinções locais de espécies mais sensíveis a perturbações (*e.g.,* espécies de mata); alterações na composição e diversidade das comunidades, com favorecimento de espécies de ambientes abertos.

Na macro-região inventariada durante o AquaRAP, as áreas localizadas na planície inundável são melhor conhecidas do ponto de vista de sua composição herpetofaunística, com poucas exceções (como por exemplo, ambientes florestados e lagoas salinas). Já as áreas de entorno, especialmente as altas cabeceiras, são virtualmente desconhecidas. Assim, recomenda-se a condução de inventários adicionais, durante a estação chuvosa e com a necessária infra-estrutura para coletas noturnas e registro de vocalizações, para melhor caracterizar as comunidades nestes locais.

LITERATURA CITADA

Beebee, T.J.C. 1996. Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, London. 214 pp.

Beebee, T.J.C. 1997. Changes in dewpond numbers and amphibian diversity over 20 years on chalk downland in Sussex, England. Biological Conservation 81:215-219.

Delis, P.R., H.R. Mushinsky and E.D. McCoy. 1996. Decline of some west-central Florida anuran populations in response to habitat degradation. Biodiversity and Conservation 5:1579-1595.

Laurance, W.F. 1996. Catastrophic declines of Australian rainforest frogs: is unusual weather responsible? Biological Conservation 77:203-212.

Lutz, B. 1946. A notable frog chorus in Brasil. Copeia 1946:153-155.

Koslowsky, J. 1898. Ofídios de Mato-Grosso (Brasil). Revista del Museo de La Plata 8:25-32.

Moura-Leite, J.C. de, R.S. Bérnils and S.A.A. Morato. 1993. Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. *In* Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 2ª edition. 3985:1-5. P.A. Jucken (ed.). IAP/GTZ, Curitiba, Brasil.

PCBAP, 1997. Aspectos ecológicos dos vertebrados terrestres e semiaquáticos no Pantanal. *In* Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico – Meio Biótico, Volume II, Tomo III. Pp. 197-433. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Projeto Pantanal, Programa Nacional de Meio Ambiente. Brasília.

Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky, and K.D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall, New Jersey. 577 pp.

CAPÍTULO 9

PADRÕES DE BIODIVERSIDADE DENTRO DO PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Barry Chernoff e Philip W. Willink

RESUMO

A distribuição de plantas, crustáceos decápodes, zoobentos, peixes, anfíbios e répteis dentro do Pantanal foram examinadas para determinar a harmonia em relação às regiões e aos macrohabitats. As diferenças em riqueza de espécies entre planície e planalto apresentaram congruência entre os conjuntos de dados. Enquanto as plantas e a herpetofauna apresentam maior riqueza de espécies nos planaltos, os peixes apresentam maior riqueza de espécies nas planícies. As regiões de cabeceira ou planalto, possuem espécies de plantas, anfíbios, répteis e peixes com distribuições relativamente limitadas. As áreas de planalto atuam como ilhas, as diferentes áreas não são réplicas uma da outra. Os dados ictio e herpetológicos mostram padrões amplamente congruentes das relações entre as regiões, baseados em uma forte renovação faunística entre as áreas de cabeceira e de planície. Além do mais, a fauna do Rio Taboco é levemente diferente da do Rio Negro.

Os macrohabitats que são, ou eram, inundados sazonalmente (isto é, remansos, lagoas, brejos, baías e salinas) abrigam diferentes agrupamentos de plantas, zoobentos, crustáceos decápodes e peixes, em comparação com os habitats ribeirinhos de alta correnteza. Também, estes macrohabitats inundados são os macrohabitats mais diversos nas planícies. O zoobentos e os peixes são formados são mais ricos em espécies e mais abundantes quando existe a presença de vegetação inundada ou matas ciliares.

Os resultados destas comparações dão evidência de que é de crucial importância a criação de áreas núcleo dentro de cada uma das regiões de cabeceira. As áreas núcleo devem ser estabelecidas tanto em poções de planalto como de planície do Pantanal. É fundamental incluir nas áreas núcleo de conservação extensões de terra suficientes para manter cada um dos macrohabitats. O Rio Negro ainda possui grandes trechos de mata ciliar intacta e muitas áreas com vegetação inundada. A estratégia mais eficiente será estabelecer um corredor de conservação dentro da bacia do Rio Negro.

INTRODUÇÃO

Os capítulos 2-6 e 8 detalham os padrões gerais da biodiversidade dentro do Pantanal para plantas aquáticas e ribeirinhas, zoobentos, crustáceos decápodes, peixes, anfíbios e répteis. No capítulo 7, Chernoff e Willink (2000) testaram hipóteses específicas concernentes à distribuição dos peixes relativos a regiões dentro do Pantanal, macrohabitats e tipos de água. Descobriram para regiões e macrohabitats que a distribuição de peixes era significativamente padronizada e não aleatória. As regiões de cabeceira apresentaram menor diversidade do que as regiões de planície. Além disso, com base na presença compartilhada de espécies, os macrohabitats de cabeceira eram muito mais parecidos às veredas, quer de planaltos quer de planícies. Os macrohabitats restantes mostraram uma íntima afinidade, mas o maior número de espécies compartilhadas ocorreram entre aqueles macrohabitats que são ou têm sido inundados (e.g., brejos, remansos, lagoas, baías). A ictiofauna dos rios de planície não foi incluída no grupo de macrohabitats inundados.

Chernoff e Willink (2000) também examinaram os efeitos que as características da vegetação exerciam tanto na abundância como na riqueza de espécies. Descobriram que a presença de ervas aquáticas não exercia efeito nem sobre a riqueza de espécies nem sobre a abundância de peixes. Embora a vegetação inundada não estivesse associada com uma ictiofauna mais rica, estava associada com a maior abundância para as espécies que estavam presentes. A presença de matas ciliares causou os efeitos mais notáveis.

Tanto o número como a abundância de espécies foi significativamente maior ante a presença de matas ciliares.
Neste capítulo, usaremos os dados e resultados de outros grupos de organismos para averiguar se os padrões estabelecidos para peixes são gerais. Independentemente da generalidade, os planos finais de conservação da flora e fauna do Pantanal devem basear-se tanto nas semelhanças como nas diferenças entre os componentes. Ademais, devemos iniciar a busca de padrões correlatos que possam começar a proporcionar uma base de previsões sobre a biodiversidade aquática em estudos ambientais do futuro.

MÉTODOS

Os dados básicos para este capítulo são tomados das tabelas e apêndices em cada um dos capítulos, exceto para aqueles da flora. Os dados dos apêndices 11 e 12 foram combinados para reunir um sinal único de anfíbios e répteis juntos. Porque somente uma única espécie de réptil foi capturada nas cabeceiras do Rio Aquidauana, essa localidade foi eliminada da análise. Da mesma maneira, os dados apresentados para oligoquetas (Tabela 4.3) apresentaram um registro de amostragem incompleto para o Médio e Baixo Rio Negro, sendo assim não incluídos. Os dados para os outros zoobentos (Tabelas 4.2, 4.4-5) foram combinados e codificados por tipo de macro-hábitat onde foram capturados. Adicionados dos dados dos crustáceos decápodes (Tabela 5.1) à aqueles dos bentos.

Os dados para anfíbios e répteis e para zoobentos foram submetidos às análises de grupos pelos métodos de UPGMA e de parcimônia de Camin-Sokal. O coeficiente de semelhança de Simpson foi usado para gerar a matriz de semelhança (vide Chernoff e Willink, 2000). ANOVA não paramétrica de Friedman foi usada para analisar os dados de abundância para o zoobentos e a informação sobre a riqueza de espécies em relação à presença de vegetação inundada ou de matas ciliares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

I. Regiões

A expedição AquaRAP ao Pantanal retirou amostras do Rio Negro, e inclusive do Rio Taboco, das cabeceiras até próximo à foz, no Rio Paraguai, assim como nas cabeceiras dos rios Miranda, Taquari e Aquidauana. As regiões de cabeceira ou planalto têm características muito diferentes das de várzeas de planície. Possuem as regiões de planalto e de planícies número parecido de espécies?

Os dados de plantas podem não ser completamente comparáveis, porém quase o dobro de espécies de plantas foi identificado nas terras de planalto em comparação às planícies (Apêndices 3,4). Do mesmo modo, Strüssman *et al*. (2000) relatam que as terras altas apresentaram-se mais ricas em espécies de anfíbios e répteis do que as planícies. Strüssman *et al*. (2000) atribuem o resultado a uma mais alta heterogeneidade de habitats e a uma estrutura aumentada na flora dos habitats de planalto. Os dados de peixes mostraram exatamente o oposto, sendo mais ricos nas planícies do que nas regiões de cabeceira (n=157, 114, respectivamente).

Houve, entretanto, uma importante congruência entre os conjuntos de dados de plantas, peixes e répteis. Nas regiões de cabeceira, os peixes apresentaram distribuição muito limitada entre regiões, sendo encontrados principalmente em apenas uma ou duas delas (Chernoff e Willink, 2000). Damasceno Jr. *et al*. (2000) traçam uma consideração muito semelhante sobre o grande grau de diferenças entre as regiões de cabeceira. De fato, a região de cabeceira do Rio Miranda apresentou muito pouca semelhança floral com qualquer das outras bacias, contendo muitas formas conhecidas do Paraguai e Argentina (Damasceno Jr. *et al*., 2000). Os dados herpetológicos (Tabela 9.1) mostram que o Alto Rio Taquari é muito diferente tanto do Alto Rio Negro quanto do Alto Rio Miranda; o Alto Rio Taquari compartilha 6 ou menos espécies com as duas outras regiões de cabeceiras para as quais existem dados. Do mesmo modo

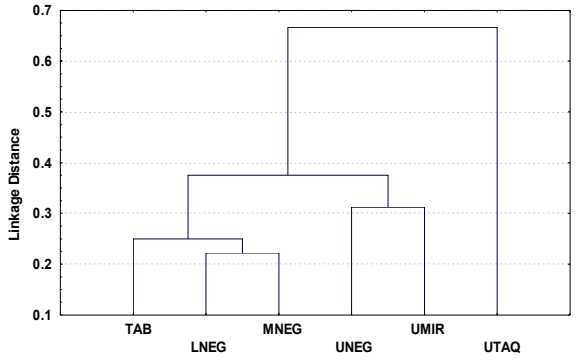
Tabela 9.1. Número de espécies compartilhadas (triângulo superior) e coeficientes de semelhança de Simpson (triângulo inferior) entre as regiões dentro do Pantanal para espécies de anfíbios e reptis. Abreviações: LNEG – Baixo Rio Negro; MNEG – Médio Rio Negro; TAB – Rio Taboco; UMIR – Alto Rio Miranda; UNEG – Alto Rio Negro; UTAQ – Alto Rio Taquari; e n – número de espécies.

	UTAQ	UMIR	UNEG	MNEG	LNEG	TAB
UTAQ		6	5	4	6	5
UMIR	0.333		11	11	14	10
UNEG	0.313	0.688		8	10	9
MNEG	0.222	0.611	0.500		14	10
LNEG	0.333	0.560	0.625	0.778		12
TAB	0.313	0.625	0.563	0.556	0.750	
n	18	34	16	18	25	16

para peixes, o Alto Rio Taquari tem uma composição faunística muito diferente do que a do Alto Rio Negro ou do Alto Rio Miranda (Tabela 7.3, Fig. 7.7). Portanto, todos os dados de plantas, anfíbios, répteis e peixes indicam para o fato de que nas regiões de planalto, as espécies podem ter distribuições relativamente limitadas. Cada uma das regiões de planalto é distinta, atuando como ilhas e não como réplicas das áreas de cabeceira nas outras bacias fluviais. Isto converge ao fato de que cada uma das áreas de cabeceira requer proteção.

Somente os dados herpetológicos foram suficientes para explorar o padrão de relações entre as regiões dentro do Pantanal. O conjunto de dados herpetológicos produziu os padrões de semelhança mostrados na Tabela 9.1. Ambos métodos de parcimônia de Camin-Sokal e UPGMA produziram análises de grupos idênticas (Fig. 9.1a). Os resultados mostram que as regiões de planície formam juntas um grupo com as regiões do Negro antes da junção do Taboco (Fig. 9.1a). Ao grupo da planície se une o Alto Miranda e o Alto Negro. O mais distante de outras regiões é o do Alto Rio Taquari.

a.



b.

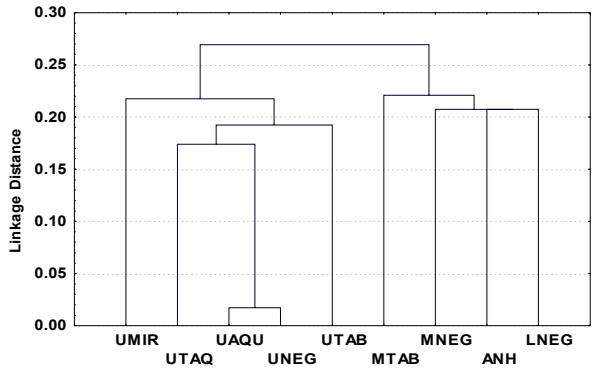


Figura 9.1. Análise de Parcimônia de Camin-Sokal entre regiões do Pantanal. A) Dados para anfíbios e répteis. B) Dados para peixes de água doce. Abreviações: ANH — Anhumas; LNEG — Parte Baixo do Rio Negro; MNEG — Parte Médio do Rio Negro; MTAB — Parte Médio do Rio Taboco; TAB — Rio Taboco; UAQU — Parte Alto do Ri Aquidauana; UMIR — Parte Alto do Rio Miranda; UNEG — Parte Alto do Rio Negro; UTAB — Parte Alto do Rio Taboco; e UTAQ — Parte Alto do Rio Taquari.

Estes resultados apresentam-se em maior parte congruente com os obtidos dos peixes (Fig. 9.1b). Quanto ao conjunto de dados de peixes que incluía mais regiões, notamos as seguintes semelhanças: i) existem formações de grupos de planalto e de planícies bem definidas; ii) nas planícies, as regiões do Rio Negro se agrupam antes de ser incluído o Rio Taboco; e iii) as regiões de cabeceira contêm as mais divergentes regiões. A congruência destes resultados aponta para o fato de que os planos de conservação devem incluir áreas núcleo tanto nas planícies como as cabeceiras.

II. Macrohabitats

Pelo fato de serem os dados de zoobentos disponíveis somente para áreas de georeferência dentro das planícies, é possível somente um ensaio parcial das relações entre macrohabitats com base nos dados de peixes. Dados acerca de zoobentos e crustáceos decápodes (Tabela 4.2, 4.4-4.5) possuem informações referentes aos rios, brejos, remansos e baías mais salinas. A ordem de classificação para riqueza de espécies (de mais rico para mais pobre) foi a de: i) brejos e remansos, coesos; ii) baías e salinas; e iii) rios. Brejos e remansos também se apresentaram coesos em função da maioria das espécies de peixes, mas os rios apresentaram mais do dobro da diversidade encontrada nas baías e salinas. Foster *et al*. (2000) destacam que os remansos, brejos e baías mais salinas então entre os mais ricos de todos os habitats para plantas aquáticas.

O padrão de relações entre os macrohabitats de planície baseado nos grupos taxonômicos compartilhados para dados de peixes (Fig. 9.2) mostra um grupo relativamente grande contendo todos os macrohabitats que são (ou eram) inundados sazonalmente. Os habitats ribeirinhos juntam-se então ao grupo no próximo nível hierárquico (Fig. 9.2). Os dados de zoobentos e de crustáceos decápodes é amplamente congruente com este padrão, com uma leve diferença. Brejos e remansos se reúnem ao mais próximo nível, em seguida baías e salinas, e por último os rios. Este padrão difere dos dados de peixes, nos quais as baías e salinas se agrupam com remansos e lagoas antes que os agrupamentos dos brejos se unam. Sugerimos, entretanto, que o mais importante é enfocar na congruência – agrupamentos vivendo em habitats ribeirinhos diferem substancialmente de agrupamentos que vivam em habitats inundados de águas calmas (correntezas, semicorrentezas). Existe uma forte correlação negativa entre o grau de correnteza e a riqueza de espécies de plantas aquáticas.

Os habitats inundados estão entre os mais ameaçados nas planícies do Pantanal devido à conversão de terras para o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias. É de suma importância o estabelecimento de áreas núcleo com o total respeito aos macrohabitats inundados.

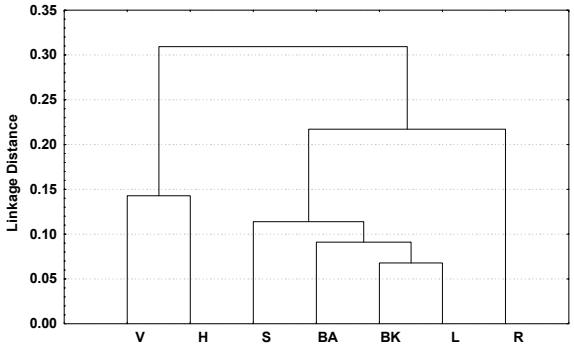


Figura 9.2. Análise de Parcimônia de Camin-Sokal de microhabitats no Pantanal, baseado em dados de peixes de água doce. Abreviações: BA — baías e salinas; BK — braços mortos; H —cabeceiras; L — lagunas; R — rios; S — brejos; e V — veredas.

A associação de matas ciliares e vegetação inundada com os dados de riqueza de espécies e abundância relativa do zoobentos foi testada com a ANOVA não paramétrica de Friedman. Os resultados mostram que tanto a vegetação inundada como as matas ciliares estavam significativamente associadas ($P<0,01$) a uma maior riqueza de espécies e relativa abundância nos macrohabitats de planície. Este resultado é ainda mais forte do que o obtido para peixes. Com os peixes, a associação de vegetação inundada com riqueza de espécies não foi significativa. Isto leva à necessidade de proteger-se as matas ciliares e a vegetação inundada, como as colônias de *Eichhornia*. Testemunhamos a queimada de tufos de *Eichhornia* nas bordas do Brejo Santa Sophia – uma das áreas mais ricas em espécies dentro das planícies do Pantanal em termos de plantas, zoobentos e peixes.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Existe um alto grau de congruência entre os vários componentes da biodiversidade dentro do Pantanal, a partir do qual concluímos e recomendamos o seguinte:

- Não existe um padrão consistente de diferenças de riqueza de espécies entre as terras baixas e as terras altas. Enquanto as plantas e a herpetofauna são mais ricas em espécies, os peixes mostram o contrário.

- Regiões de planalto ou de cabeceira possuem espécies de plantas, anfíbios, répteis e peixes com distribuições relativamente limitadas. As áreas de planalto atuam como ilhas, as diferentes áreas não são replicas umas da outras. É fundamental o isolamento de áreas núcleo dentro de cada uma das regiões de cabeceira.

- Os dados herpetológicos e ictiológicos mostram padrões amplamente congruentes das relações entre as regiões. Isto se baseia em uma forte renovação faunística entre as áreas de cabeceira e de planície. Além do mais, a fauna do Rio Taboco é levemente diferente da do Rio Negro. Com a finalidade de conservar uma grande parte da fauna, áreas núcleo devem ser estabelecidas tanto nas porções de planalto como nas de planície do Pantanal.

- As plantas, zoobentos, crustáceos decápodes e peixes mostram que os macrohabitats que são, ou eram, inundados sazonalmente (isto é, remansos, lagoas, brejos, baías e salinas) abrigam diferentes agrupamentos em comparação com os habitats ribeirinhos de alta correnteza. Esses macrohabitats inundados também apresentam a maior diversidade nas planícies. É de suma importância incluir nas áreas núcleo de conservação, suficientes extensões de cada um destes macrohabitats.

- Zoobentos e peixes apresentam maior riqueza de espécies ou maior abundância quando se encontram presentes em vegetação inundada ou as matas ciliares. O Rio Negro ainda possui grandes extensões de mata ciliar intacta e muitas áreas com vegetação inundada. Deveria ser estabelecido um corredor de conservação no Rio Negro.

LITERATURA CITADA

Chernoff, B. and P.W. Willink. 2000. Ecological and geographical structure in assemblages of freshwater fishes in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 183-201. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Lourival (eds.). Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Damasceno Jr., G.A., J.N. Nakajima, and U.M. Rezende. 2000. A floristic survey of the Rio Negro, Rio Aquidauana and Rio Miranda watersheds (headwaters) of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 34-43. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Lourival (eds.). Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Foster, R.B., V.J. Pott, and S. de Salis. 2000. Description of the vegetation of the Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 44-48. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Lourival (eds.). Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

Strüssman, C., C.P. de Almeida Prado, M. Uetanabaro, and V.L. Ferreira. 2000. Amphibians and reptiles of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In* A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 98-102. P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambault, and R. Lourival (eds.). Bulletin of Biological Assessment 18, Conservation International, Washington, D.C.

GLOSSARIO

Águas escuras – Tipo de água geralmente caracterizado por pH baixo, baixos níveis de oxigênio dissolvido e baixos níveis de nutrientes. Uma amostra dessa água é de coloração marrom escura, embora transparente. Grandes corpos d'água se mostram pretos ou opacos.

Água Cristalina – Tipo de água geralmente caracterizado por pH de baixo a médio, alto nível de oxigênio dissolvido e moderado nível de nutrientes. Água transparente.

Alóctone – Que tem origem fora de um determinado sistema. (e.g. Do ponto de vista de um sistema aquático, folhas de árvores caindo dentro de um riacho são alóctones, porque crescem fora do riacho).

Anuro – Rã, sapo ou perereca.

Baía – Lagos ou lagoas sazonais geralmente isolados dos rios, com algumas exceções podendo ser observadas no período da cheia. Freqüentemente caracterizada por águas escuras e vegetação aquática abundante.

Bacia – O conjunto das terras drenadas por um rio e por seus afluentes; bacia de drenagem, bacia hidrográfica.

Bentônico – Do ou pertencente ao fundo do rio, lago ou outro corpo d'água.

Braço morto – Braço lateral de um rio que tem sua parte superior fechada. Fluxo lento ou inexistente.

Brejo – Região inundada por águas estagnadas.

Buritizais – Área úmida dominada pelo buriti (palmeira – *Mauritia flexuosa*).

Caatinga - Tipo de vegetação característico do Nordeste brasileiro, formado por pequenas árvores, comumente espinhosas, que perdem as folhas no curso da longa estação seca.

Capões – Ilha de árvores geralmente em terreno de 30cm a 3m acima do campo. Diâmetro variável, geralmente de 5 a 100m, muitas vezes está alinhado com outros capões. Porção de mato isolado no meio do campo.

Capivara – *Hydrochaeris hydrochaeris*, o maior roedor do mundo. Habita a região cisandina, preferindo as margens dos rios, brejos, lagoas, sobretudo na proximidade de matas ou cerrados.

Cerrado - Tipo de vegetação caracterizado por árvores baixas, retorcidas, em geral dotadas de casca grossa e suberosa, espaçadas, e que leva por baixo tapete de gramíneas.

Cerradão – Forma florestal (as copas das árvores se tocam) de cerrado. Cobre a maior parte das cordilheiras, principalmente nas sub-regiões da Nhecolândia e Paiaguás e é chamado de cerrado no Pantanal.

Charco – Ver *brejo*.

Cordilheira – Paleodique marginal ou cordão arenoso ou argiloso, geralmente não inundável, de 1 a 3m acima do nível dos campos, coberto de vegetação arbórea do tipo cerradão ou mata semidecidua.

Corixo – Do espanhol Coriche, curso d'água de leito definido, fluxo estacional e que geralmente não seca, às vezes é braço de rio.

Delta - A seção do rio onde o canal principal se divide em numerosos canais paralelos formando emaranhados. Deltas têm normalmente forma triangular e são caracterizados por grandes depósitos de solo.

Endêmico - Ocorrência de uma dada espécie em área restrita, como, p. ex., numa ilha ou montanha.

Estância – Fazenda.

Mata Ciliar – Mata de galeria ou mata ripária, alagável ou não, que acompanha um curso d'água (rio, corixo, vazante e lagoa).

Meandro abandonado – Antigos canais do rio que se tornaram isolados, normalmente no formato de ferradura. Meandros abandonados estão conectados com o rio principal durante o período da cheia, mas nem sempre no período da seca, às vezes com canais rasos ou completamente desconectando. Alguns meandros abandonados podem ficar isolados por meses ou anos.

Paratudal – Campo com paratudo (*Tabebuia aurea*), alagável geralmente com murundus do tipo cupinzeiro, aos quais a árvore está associada.

Pequi – *Caryocar brasiliense,* uma árvore da família Cariocaráceas. Fruta típica do Cerrado, muita utilizada por sua madeira e frutos.

Piracema – A época em que os grandes cardumes de peixes sobem para as nascentes dos rios para reprodução.

Projeto Hidrovia – Um projeto para tornar 3.400 quilômetros (2.100 milhas) do Rio Paraguai e Rio Paraná navegáveis entre Cáceres, Brasil e o Oceano Atlântico por barcaças e outras grandes embarcações, por meio de dragagem, estreitamento de curvas, escavação de novos canais e destruição de afloramentos rochosos. Este projeto envolve os seguintes países: Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil.

Remanso – Meandros abandonados formados por braços laterais dos rios. Podem estar ligados ao canal principal por uma passagem ou canal.

Ripário – Termo utilizado para descrever vegetação e habitat ocorrendo nas margens dos rios.

Salina – Lagoa alcalina, salobra, que não tem vegetação aquática nem peixes, mas repleta de algas e insetos aquáticos, sendo isolada de outras águas. Os sais presentes são principalmente carbonatos de sódio e potássio; é procurada pelo gado e por animais silvestres.

Sarã – Forma de vegetação dominada por *Alchornea castaneifolia*.

Vazantes – Linha de drenagem de leito pouco definido ou interrompido, de fluxo bem estacional; muitas vezes é difícil distingui-la de corixo, outras, de campo.

Veredas – Habitat caracterizado por rios de águas cristalinas com vegetação aquática abundante, palmeiras buriti (*Mauritia*), solo arenoso e áreas adjacentes alagáveis. Normalmente associados a nascentes.

ÍNDICE GEOGRÁFICO

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, Vanda Lúcia Ferreira, e Philip W. Willink

Georeferência n° C01
Região do Alto Aquidauana
Latitude: 19º 53.68' S Longitude: 54º 52.50' W
28/ago/1998
Horário: 9:00-11:00
Riacho acerca de 7 quilômetros de Rochedo na direção de Corguinho. Águas claras. Riacho estreito (1-3 metros de largura). Espelhos de águas calmas com leito arenoso e cascatas rochosas. Praias rochosas com pouca areia e arbustos e *Cladium* ao longo da margem. Vegetação ciliar encontra-se altamente degradada e estreita (<10 metros de largura). Áreas ribeirinhas transformadas em pastagem.

Georeferência n° C02
Região do Alto Aquidauana
Latitude: 19º 48.67' S Longitude: 54º 50.65' W
28/ago/1998
Time: 13:00-14:30
Riacho na Chácara da Portela. Águas claras. Leito e praias arenoso. Vegetação ciliar altamente degradada, serrapilheira escassa, e com intenso impacto causado pela atividade humana, tendo em vista a destruição da vegetação ciliar e transformação de áreas ribeirinhas em pastagem. Altos níveis de assoreamento. Bancos arenosos. Lagoas artificiais próximas da beira do riacho, cercadas por palmeiras (*Acrocomya* sp.).

Georeferência n° C03
Região do Alto Aquidauana
Latitude: 19º 48.67' S Longitude: 54º 50.65' W
28/ago/1998
Horário: 14:30
Lagoa ribeirinha próxima ao riacho na Chácara da Portela. Águas claras. Leito lodoso.

Georeferência n° C04
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 41.08' S Longitude: 54º 58.29' W
28/ago/1998
Horário: 15:30-17:00
Riacho acerca de 30 quilômetros da cidade de Rio Negro, logo após a elevação de Rochedo. Leito lodoso e rochoso. Correnteza forte. Margens rochosas. Pastos ao longo da margem. Vegetação ciliar degradada, pastagens substituem as áreas ribeirinhas e processo de erosão observado em alguns locais.

Georeferência n° C05
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 14.90' S Longitude: 53º 25.38' W
30/ago/1998
Horário: 11:00-13:00 (herpetólogos também amostraram entre 20:00-21:15)
Ribeirão próximo à Fazenda Rio Bonito (cerca de 50 quilômetros de Costa Rica), localizado acima das cachoeiras da Fazenda Rio Bonito. Riacho estreito (2-3 metros de largura), parcialmente sombreado pelo dossel da vegetação ciliar. Raso (cerca de 50 centímetros) Leito arenoso, mas com alguns trechos com rochas e correnteza mais forte. Algumas praias arenosas. Vegetação ciliar rala e estreita (<10 metros de largura), com arvoretas baixas (<8 metros de altura) e escassa vegetação de sub-bosque. Nenhum pasto. Serrapilheira também escassa e seca. Floresta ao longo da margem com muitas raízes e troncos na água. Intenso impacto humano nas áreas do entorno (pastagens).

Georeferência n° C06
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 17.70' S Longitude: 53º 22.12' W
30/ago/1998
Horário: 15:30-17:30
Riacho Morro Alto, próximo da Chácara Morro Alto, a cerca de 40 quilômetros de Costa Rica. Águas claras. Riacho estreito (1-3 metros), raso (<1 metro de profundidade). Totalmente coberto pelo dossel da vegetação ciliar. Leito lodoso/arenoso com muitos troncos de árvore caídos. Algumas praias arenoso e pequenos brejos marginais. Vegetação ciliar baixa e estreita (<10 metros de largura). Vegetação de sub-bosque mais densa do que em C5, com mais serrapilheira encontrada acima do chão úmido (base de encosta). Intenso impacto humano nas áreas do entorno (habitações, estrada, lavouras de subsistência).

Georeferência n° C07
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 12.15' S Longitude: 53º 22.77' W
31/ago/1998
Horário: 9:15-11:00
Córrego Engano, acima da confluência do Riacho Córgão, a 15 quilômetros da Fazenda Rio Bonito. Riacho grande (5-10 metros, cerca de 1 metro de profundidade), bastante encaixado. Leito arenoso com troncos de árvores caídas. Correntoso. Vegetação ciliar em recuperação, com vegetação de sub-bosque mais larga (>50 metros) do que C05 e C06. Dossel >10 metros. Serrapilheira abundante. Áreas do entorno degradadas originalmente constituídas por matas.

Georeferência n° C08
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 12.08' S Longitude: 53º 22.72' W
31/ago/1998
Horário: 11:30-12:30
Riacho Córgão, próximo à confluência com o Córrego Engano. Leito estreito (<5 metros) e raso (<1 metro). Substrato de seixos rolados, com depósitos arenoso com numerosos troncos de árvores caídas. Águas cristalinas. Pequenas praias arenoso. Arbustos e árvores compõem a mata ao longo das margens. Vegetação ciliar em condições semelhantes à do C07.

Georeferência n° C09
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 15.10' S Longitude: 53º 27.83' W
31/ago/1998
Horário: 15:30-17:30 (herpetólogos também amostraram entre 20:15-21:00)
Riacho Água Clara, a cerca de 3 quilômetros da Fazenda Rio Bonito.Vereda pequena, porém aparentemente bem preservada, com elementos característicos. Riacho estreito, raso (<50 centímetros de profundidade). Águas cristalinas que correm sobre um leito areno-argiloso. Cercado por buritis (*Mauritia vinifera*) e arbustos esparsos. Margens consistindo de campos úmidos sazonais (cerca de 20 metros de largura), predominantemente com vegetação composta por gramíneas, ciperáceas e eriocauláceas sobre solo de turfeira. Vegetação de cerrado além dos campos úmidos.

Georeferência n° C10
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 15.75' S Longitude: 53º 27.98' W
31/ago/1998
Horário: 16:30-17:30
(Herpetólogos também amostraram em 01°/set às 8:00-9:00 e 20:00-21:30)
"Córrego da Furna", próximo ao Riacho Água Clara, além da Fazenda Rio Bonito. Vereda com algum nível de perturbação, localizada dentro de um vale rodeado por serras. Riacho estreito (<1 metro), raso (<50 centímetros de profundidade), translúcido, formando algumas lagoas marginais rasas. Leito arenoso. Pastos, buritis. Campos sazonalmente úmidos, não tão uniformes como em C09, porém com arbustos dispersos e numerosos.

Georeferência n° C11
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 16.38' S Longitude: 53º 27.45' W
01/set/1998
Horário: 10:00-11:00
Rio Bonito, abaixo das cachoeiras. Córrego <5 metros de largura e coberto pelo dossel. Raso (<1 metro de profundidade). Leito mal encaixado, arenoso com troncos de árvores, e gramíneas crescendo ao longo da beira d'água. Numerosas praias arenosas. Mata ciliar com árvores e arbustos, similar à do C05, porém ligeiramente mais larga em algumas partes e com algumas lagoas temporárias. Serrapilheira escassa.

Georeferência n° C12
Região do Alto Taquari
Latitude: 18º 27.00' S Longitude: 53º 25.72' W
01/set/1998
Horário: 15:30-16:30
Córrego a cerca de 40 quilômetros de Alcinópolis, na direção de Costa Rica. Buritizal degradado. Córrego pedregoso parcialmente represado pela estrada, formando um espelho d'água (cerca de 80 centímetros de profundidade). Leito lodoso coberto por vegetação em decomposição. Margem coberta por gramíneas. Áreas do entorno transformadas em pastagens.

Georeferência n° C13
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 26.15' S Longitude: 56º 25.75' W
03/set/1998
Horário: 8:00-12:00 (herpetólogos também amostraram às

20:00-21:30 e 23:00-24:00)
Rio da Prata, Recanto Rio da Prata, propriedade do Sr. Eduardo. Barranco, sem praia. Rio largo (cerca de 10 metros), raso (<1 metro), e pouco encaixado. Substrato rochoso com depósitos arenosos. Águas cristalinas. Vegetação ciliar densa, relativamente larga (cerca de 50 metros; dossel <10 metros de altura), com numerosas palmeiras acuris (*Attalea phalerata*) e vegetação de sub-bosque escassa. Serrapilheira abundante. Algumas clareiras artificiais e pequenos brejos temporários na mata. Reservatórios artificiais próximos à beira da mata e próximos ao retiro, com vegetação escassa a seu redor e macrófitas de pequeno tamanho. Área circunvizinha originalmente de vegetação de cerrado, mas agora transformada em pastagens.

Georeferência n° C14
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 26.15' S Longitude: 56º 26.05' W
03/set/1998
Horário: 11:30
Riacho Olho D'Água, próximo a sua confluência com o Rio da Prata, na Fazenda Rio da Prata, propriedade do Sr. Eduardo. Leito arenoso, com seixos, pedras, cascalho, e troncos de árvores. Água muito transparente. Mata de galeria.

Georeferência n° C15
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 26.30' S Longitude: 56º 26.72' W
03/set/1998
Time: 15:00-18:00
Cabeceiras do Riacho Olho D'Água (nascente), a cerca de 1200 metros da confluência com o Rio da Prata, Fazenda Rio da Prata. Ambiente de águas estagnadas, rasas (1 centímetro de profundidade), leito rochoso (calcário) com depósitos arenosos, em uma localidade adjacente (Rio da Prata, acima da pequena queda d'água), ambiente lótico, leito rochoso, numerosos cascalhos e rochas ao longo das margens. Água clara, transparente. Trechos do riacho semelhantes a pequenos lagos. Muitas macrófitas aquáticas. Vegetação ciliar sazonalmente inundada, com vegetação de sub-bosque escassa e serrapilheira abundante.

Georeferência n° C16
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 25.88' S Longitude: 56º 26.63' W
03/set/1998
Horário: 17:15
Rio da Prata. Substrato arenoso com troncos de árvores. Semelhante ao C13.

Georeferência n° C17
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 19.83' S Longitude: 56º 26.82' W
04/set/1998
Horário: 10:45-11:30
Brejo formado por córrego tributário do Rio Mutum que cruza a estrada de Jardim para Bonito, a cerca de 60 quilômetros de Jardim, depois do ponto acima do Rio da Prata e da Fazenda Alvorada. Área pantanosa com alguns locais de água de fluxo lento. Raso (<50 centímetros de profundidade). Substrato argiloso com algumas pedras e areia. Água negra. Vasta área brejosa, cercada por densa vegetação de gramíneas e arbustos dispersos.

Georeferência n° C18
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 17.92' S Longitude: 56º 25.95' W
04/set/1998
Horário: 11:30-12:30
Rio Mutum, abaixo da barreira na estrada de Jardim a Bonito, cerca de 65 quilômetros de Jardim. Com corredeiras, não muito profundo (cerca de 70 centímetros). Leito lodoso e bem rochoso em algumas áreas. Águas claras. Gramíneas nas margens. Vegetação ciliar degradada e estreita, com vegetação de sub-bosque e serrapilheira escassos. Área circunvizinha degradada (casas, pastagens, lavouras de subsistência, desmatamento) área originalmente colonizada por vegetação alta (cerca de 20 metros).

Georeferência n° C19
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 09.80' S Longitude: 56º 26.38' W
04/set/1998
Horário: 15:00-16:00 (herpetólogos também amostraram em 4/set às 21:00-23:30, em 5/set às 22:00-24:00, e em 13/set às 11:15-12:00)
Rio Baía Bonita, no Parque Baía Bonita ou "Aquário Natural", acima de sua confluência com o Rio Formoso. Córrego mal encaixado, fluxo lento, e raso (cerca de 1,5 metros de profundidade). Lagoas interiores com águas calmas e muito claras. Leito rochoso (calcário) e leito arenoso com um pouco de lama. Lagoas ribeirinhas, uniformemente cobertas por vegetação aquática alta e densa (cerca de 2 metros). Mata ciliar densa, parte dela inundada sazonalmente, com serrapilheira abundante, numerosos acuris (*Attalea phalerata*) e pequenos afluentes.

Georeferência n° C20
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 06.10' S Longitude: 56º 22.90' W
05/set/1998
Horário: 9:00-9:45 (herpetólogos também amostraram em 4/set às 19:00-21:00)
A) Rio Formoso, próximo à cachoeira no Rancho do Tucano. Cascatas, forte correnteza, leito rochoso. Águas claras. Rio muito longo incluindo trechos com braços bem retos.
B) Afluente do Rio Formoso, próximo à Fazenda Tucano e à

estrada. Riacho mal encaixado e estreito (<5 metros). Fluxo lento e parcialmente coberto por vegetação ciliar. Leito argilo-arenoso. Vegetação ciliar escassa, estreita (<10 metros), com serrapilheira escassa. A amostragem foi também estendida às lagoas artificiais, onde notou-se a ausência de vegetação ciliar e de macrófitas.

Georeferência n° C21
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 05.47' S Longitude: 56º 14.47' W
05/set/1998
Horário: 12:00
Riacho alagando a entrada da propriedade do "Projeto Vivo", próximo à margem do Rio Formoso. Riacho brejoso entre as propriedades. Áreas de água corrente misturando-se com poças de águas estagnadas. Leito lodoso com cascalho. Águas claras. Macrófitas aquáticas presentes. Gramíneas ao longo das margens.

Georeferência n° C22
Região do Alto Miranda
Latitude: 20º 58.32' S Longitude: 56º 32.82' W
05/set/1998
Horário: 17:00-17:30
Rio Mimoso, abaixo da barreira ao longo da rodovia MS-178 entre Bonito e Bodoquena, cerca de 17 quilômetros de Bonito. Rio estreito (<5 metros de largura) e raso (<1 metro de profundidade). Leito de pedras, rocha calcária, lodo, e areia. Águas claras. Vegetação ciliar degradada na localidade amostrada com clareiras grandes e densas touceiras de bambu. Gramíneas mais próximos à água.

Georeferência n° C23
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 15.40' S Longitude: 56º 38.18' W
06/set/1998
Horário: 12:00-13:00 (herpetólogos também amostraram às 10:30-11:30)
Reaparecimento do Rio Formoso, próximo à Fazenda Formosa, 40 quilômetros de Bonito. Rio estreito (até 5 metros) e raso (cerca de 50 centímetros). Às vezes formando lagoas mais profundas. Parcialmente coberto por vegetação ciliar. Substrato argiloso e rochoso. Águas transparentes. Macrófitas aquáticas ao longo de alguns trechos. Floresta semidecídua ao longo das margens. Vegetação ciliar de alto porte (>10 metros), larga (>20 metros), com vegetação de sub-bosque escassa e serrapilheira abundante.

Georeferência n° C24
Região do Alto Miranda
Latitude: 21º 15.24' S Longitude: 56º 33.60' W
06/set/1998
Horário: 14:30-15:00
Rio Formozinho, ao lado da Fazenda São Geraldo, cerca de 17 quilômetros de Bonito. Rio estreito (<10 metros) e raso (<1 metro de profundidade). Águas claras. Leito arenoso e rochoso. Macrófitas aquáticas nas partes mais rasas. Pequenas praias argilo-arenosas. Vegetação ciliar de pequeno porte (árvores e pastos), estreita (<10 metros), com serrapilheira escassa. Áreas circunvizinhas formadas por pastagens.

Georeferência n° C25
Região do Alto Miranda
Latitude: 20º 40.23' S Longitude: 56º 45.58' W
07/set/1998
Horário: 13:00-15:00
Rio Salobra, abaixo da barreira ao longo da estrada de Bonito a Bodoquena, a cerca de 18 quilômetros de Bonito. Substrato com areia, cascalho, seixos e rochas. Águas cristalinas. Áreas alternadas de corredeiras e remansos. Área desmatada convertida em pastagem.

Georeferência n° C26
Região do Alto Miranda
Latitude: 20º 40.72' S Longitude: 56º 46.87' W
07/set/1998
Horário: 12:00-15:00
Rio Salobrinho, a cerca de 2 quilômetros da barreira com o Rio Salobra, cerca de18 quilômetros de Bonito na rodovia MS-178 entre Bonito e Bodoquena. Rio muito bem contido dentro das margens, fluindo por entre encostas e margens de barrancos íngremes. Estreito (<10 metros) e raso (até 1,5 metros), com pequenas cascatas. Leito de muitos seixos, formações calcárias e areia. Águas cristalinas com corredeiras e remansos ocorrendo alternadamente. Áreas com vegetação em decomposição. Numerosas praias de seixos, com serrapilheira abundante. Vegetação ciliar no lado da encosta transformada em pastagem.

Georeferência n° C27
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 08.28' S Longitude: 56º 49.23' W
08/set/1998
Horário: 13:00-15:00
Baía da Passagem, abaixo da Fazenda Cáceres (próximo a Fazenda Alegria), Nhecolândia. Baía circular e isolada. Rasa (<1 metro de profundidade). Substrato coberto por grande quantidade de vegetação aquática, incluindo abundante presença de *Salvinia auriculata* próximo à margem, *Eichhornia* sp. e outras no centro. Areia e matéria orgânica em decomposição no leito. Cercada por vegetação herbácea (cerca de 30 metros de largura) e capões de Acuris. Solo arenoso.

Georeferência n° C28
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 12.68' S Longitude: 56º 54.80' W
08/set/1998

Horário: 16:00-17:00
Baía e campo inundado ao longo da Estrada Parque (MS 184) entre a Fazenda Cáceres e a Curva do Leque, na região do Pantanal de Nhecolândia. Baía circular, localizada em meio à vegetação de pasto encharcada devido a chuvas recentes. Macrófitas aquáticas crescendo sobre leito de argila e matéria orgânica em decomposição. Arbustos secos presentes no centro da baía; pequena touceira de palmeira Carandá (*Copernicia* sp.) próxima às margens. Pastos na margem.

Georeferência n° N01
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 24.42' S Longitude: 54º 59.04' W
25/ago/1998
Horário: 21:00-23:00 (herpetólogos também amostraram em 26/ago às 19:00-20:30 e 27/ago às 19:00-20:00)
Lagoa artificial a aproximadamente 20 metros da rodovia MS-080 entre o Rio Negro e Perdigão. Lagoas de águas transparentes e pequeno riacho. Substrato rochoso e argiloso. Correnteza mínima. Margens com vegetação herbácea e outras plantas pioneiras de cerrado (regeneração). Região do entorno transformada em pastagens.

Georeferência n° N02
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 23.25' S Longitude: 54º 58.79' W
26/ago/1998
Horário: 9:30-13:00
Rio do Peixe na rodovia MS-080. Rio estreito (<8 metros de largura). Substrato arenoso com algumas toras. Correnteza de média a fraca. Nenhuma vegetação aquática. Altamente assoreado nesta área. Praias rochosas e arenosas com manchas de vegetação herbácea. Margens arenosas. Mata ciliar estreita (<10 metros de largura) e degradada. Intenso impacto causado pelo homem nas áreas de entorno (pastagens).

Georeferência n° N03
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 21.70' S Longitude: 54º 59.50' W
26/ago/1998
Horário: 16:00-18:00
Rio do Garimpo na rodovia MS-080. Rio estreito (<8 metros de largura). Águas transparentes. Substrato arenoso, cascalho e rochas. Correnteza de moderada a forte. Nenhuma vegetação aquática. Condições de extremo assoreamento. Vegetação graminosa nas margens. Floresta perturbada com parte da vegetação pendendo ao longo das margens. Vegetação ciliar e áreas circunvizinhas semelhantes a N02.

Georeferência n° N04
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 34.65' S Longitude: 54º 53.52' W
27/ago/1998
Horário: 9:10-11:00
Rio do Peixe acima da Cachoeira da Toca das Araras. Rio pequeno. Águas translúcidas. Substrato arenoso, rochoso e com um pouco de argila. Correnteza de moderada a forte. Nenhuma vegetação aquática. Vegetação de cerrado ao longo das margens.

Georeferência n° N05
Região do Alto Negro
Latitude estimada: 19º 34.21' S
Longitude estimada: 54º 53.74' W
27/ago/1998
Horário: 9:30-11:30
Rio do Peixe abaixo da Cachoeira da Toca das Araras. Pequeno rio na base de uma encosta. Águas claras. Grandes rochas, pedras e um pouco areia e argila formam o substrato. Correnteza forte. Nenhuma vegetação aquática. Mata de galeria no barranco e vegetação de cerrado fora dele.

Georeferência n° N06
Região do Alto Negro
Latitude: 19º 26.12' S Longitude: 55º 01.05' W
27/ago/1998
Horário: 15:00-17:30
Rio Negro na Cachoeira do Kubota, atrás da Fazenda Boa Vista. Rio moderado. Águas de claras a escuras. Leito rochoso, com quedas d'água (corredeiras) e alguns bancos de areia. Bastante correnteza. Nenhuma vegetação aquática. Vegetação ciliar relativamente bem preservada (mesofítica, >10 metros de altura, na encosta do morro, acima do solo rochoso, de difícil acesso). Áreas do entorno intensamente alteradas pela ação antrópica (lavouras de subsistência, pastagens, e desmatamento recente).

Georeferência n° N07
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 09.69' S Longitude: 55º 18.00' W
28/ago/1998
Horário: 9:00-11:30
Córrego Anhuma, na estrada. Rio moderado com remansos e pequenas lagoas isoladas do rio. Água translúcida no canal principal, porém moderadamente turvas nos remansos e lagoas. Substrato arenoso no rio, mas remansos e baías têm leito argiloso. Correnteza de fraca a moderada. Nenhuma vegetação aquática no canal principal, mas às vezes densa ao longo das margens e nas lagoas. Margens arenosas cobertas com gramíneas.

Georeferência n° N08
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 07.68' S Longitude: 54º 20.53' W
28/ago/1998
Horário: 11:45-15:00

Corixão na estrada, a 6,5 quilômetros a oeste do Rio Anhuma. Rio e remanso do rio pequenos (10-15 metros de largura). A canal principal é de águas escuras com substrato arenoso e correnteza moderada. O remanso é de águas ligeiramente turvas com barro, gravetos, algumas toras, e silte no substrato. Vegetação aquática dispersa em toda a área. Lagoas com macrófitas aquáticas nas áreas inundadas pelo rio. Vegetação ciliar alterada próximo à estrada. Vegetação de sub-bosque praticamente ausente. Áreas circunvizinhas transformadas em pastagens.

Georeferência n° N09
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 19.10' S Longitude: 55º 10.52' W
28/ago/1998
Horário: 16:10-17:10
Rio Negro na rodovia BR-419. Rio moderado. Águas de claras a turvas. Substrato arenoso com um pouco de argila. Correnteza de moderada a forte. Nenhuma vegetação aquática. Floresta alterada ao longo das margens.

Georeferência n° N10
Região do Médio Taboco
Latitude: 20º 04.38' S Longitude: 55º 38.81' W
30/ago/1998
Horário: 9:20-12:00 (herpetólogos também amostraram em 30/ago às 20:30-22:30, 31/ago às 18:30-19:00 e 19:30-21:30, e 01/set às 8:00-9:00)
Rio Taboco na Fazenda Taboco. Rio moderado e um braço morto. Canal principal de águas brancas com leito arenoso e barro próximo à margem. Correnteza de moderada a forte. Um pouco de vegetação pendida ao longo das margens. O braço morto é de águas brancas com substrato lodoso e argiloso. *Eichhornia azurea* presente. Floresta alterada e áreas cultivadas ao longo das margens.

Georeferência n° N11
Região do Médio Taboco
Latitude: 20º 04.92' S Longitude: 55º 38.37' W
30/ago/1998
Horário: 14:30-16:15
Brejo do Rio Taboco. Meandros do rio e remansos. Águas de claras a brancas. Substrato arenoso com um pouco de argila. Correnteza fraca. Manchas de *Eichhornia azurea*. Brejo cercado por mata estreita. Criação de gado do outro lado da mata.

Georeferência n° N12
Região do Alto Taboco
Latitude: 19º 56.18' S Longitude: 55º 19.41' W
31/ago/1998
Horário: 10:00-12:30
Córrego São João, também chamado por nós de Vereda 1 (Taboco). Ponte sobre estrada próxima unindo Cipolândia a Taboco. Rio pequeno (<5 metros de largura). Águas claras. Leito rochoso, com areia e lodo. Correnteza de moderada a forte. Manchas dispersas de plantas aquáticas. Margens com vegetação graminosa. Áreas do entorno com pequenos morros, contendo pastagem nas partes mais baixas e vegetação mesofítica sobre os morros.

Georeferência n° N13
Região do Alto Taboco
Latitude: 19º 49.18' S Longitude: 55º 15.60' W
31/ago/1998
Horário: 13:00-14:00
Vereda 2 (Taboco). Pequeno rio com remansos, corredeiras, e manchas de vegetação aquática. Águas claras. Areia, pedras, e um pouco de argila no substrato. Correnteza de moderada a forte. Pequena floresta alterada ao longo das margens.

Georeferência n° N14
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 34.54' S Longitude: 56º 14.62' W
02/set/1998
Horário: 7:45-8:20 (herpetólogos também amostraram em 01/set às 21:30-23:30, 02/set às 17:30-22:30, e 03/set às 22:00-23:30)
Braço morto do Rio Negro na Fazenda Rio Negro. Braço morto. Águas escuras. Leito arenoso. Correnteza inexistente. Nenhuma vegetação aquática. Próximo ao retiro principal, toda a vegetação ciliar foi removida. A margem oposta ainda mantém vegetação ciliar em boas condições. Solo predominantemente arenoso e substrato do rio argilo-arenoso. Pastagens nativas nas margens e áreas do entorno, onde existem muitos capões de vegetação semidecídua bem preservados.

Georeferência n° N15
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 36.13' S Longitude: 56º 20.48' W
02/set/1998
Horário: 11:30-14:30
Corixo de Ariranha. Rio médio (cerca de 15 metros de largura). Águas escuras. Leito areno-argiloso. Correnteza de forte a moderada. Manchas de vegetação aquática. Banco de gramíneas ao longo da margem. Vegetação ciliar naturalmente estreita (<15 metros de largura), com escasso sub-bosque e uma fina camada de serrapilheira. Em alguns trechos, a vegetação foi reduzida para a construção dos retiros das fazendas dos arredores. As áreas adjacentes consistem em pastagens nativas e capões.

Georeferência n° N16
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 36.16' S Longitude: 56º 19.72' W
02/set/1998
Horário: 15:00-15:30

Corixo do Santo Antônio. Braço morto. Águas de turvas a escuras. Argila e folhas no leito. Sem correnteza. Sem vegetação aquática. Campos em uma margem, e mata ciliar estreita na outra.

Georeferência n°N17
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 35.89' S Longitude: 56º 20.47' W
03/set/1998
Horário: 8:30-9:45
Brejo do Santa Sofia. Canal e remanso do rio próximos à margem do brejo. Remanso do rio com águas de claras a turvas e substrato argiloso. Sem correnteza. Gramíneas e outras plantas aquáticas ao longo da margem, mas muito pouca vegetação aquática no meio. Canal do rio contendo águas de escuras a turvas e leito arenoso. Correnteza de moderada a forte. Vegetação aquática dispersa próximo à margem, ou inexistente. Grandes áreas inundadas com numerosos canais quase totalmente cobertos por gramíneas e outras macrófitas. Áreas circunvizinhas semelhantes ao N14 e N15.

Georeferência n° N18
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 36.64' S Longitude: 56º 24.87' W
03/set/1998
Horário: 11:30-14:30
Rio Novo no Brejo de Santa Sofia. Pequeno canal no centro do brejo. Águas turvas. Barro e areia no leito. Correnteza moderada no canal. Bordas do canal com densa vegetação aquática que se estendia até o final do brejo. Margem palustre com alguns bancos arenosos baixos. Fisionomia semelhante ao N17.

Georeferência n° N19
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 34.04' S Longitude: 56º 14.06' W
03/set/1998
Horário: 16:30-17:00 (herpetólogos também amostraram às 19:00-20:00)
Baía próxima à Fazenda Rio Negro. Lagoa rasa. Água ligeiramente turva. Substrato argiloso. Manchas de jacintos do brejo ao longo da margem, com plantas aquáticas dispersas em outras partes (*Salvinia auriculata, Eichhornia azurea* e outras). Margens compostas por pastagem nativas e cordilheira – faixas arenosas não inundadas com vegetação tanto de cerradão como de espécies semidecíduas.

Georeferência n° N20
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 33.30' S Longitude: 56º 13.44' W
03/set/1998
Horário: 17:15-18:00 (herpetólogos também amostraram em 03/set às 20:00-21:30 e em 04/set às 15:30-17:30 e 19:00-21:00)
Salina próxima da Fazenda Rio Negro. Lagoa circular, rasa e salina. Águas claras. Substrato arenoso coberto por 30 centímetros de matéria floculada. Plantas aquáticas dispersas. Banco de areia, seguida por mata e cordilheira no entorno.

Georeferência n° N21
Região do Médio Negro
Latitude: 19º 36.70' S Longitude: 56º 02.78' W
04/set/1998
Horário: 11:00-13:30
Braço morto próximo à Fazenda São Pedro. Braço morto. Águas escuras. Substrato arenoso e barro. Correnteza muito fraca, se houver alguma. Nenhuma vegetação aquática. Floresta baixa e pastagem ao longo do barranco. Fisicamente semelhante ao N15.

Georeferência n° N22
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 36.73' S Longitude: 56º 55.42' W
06/set/1998
Horário: 13:15-14:30
Rio Vermelho na Fazenda Xaraés. Braço morto e canal principal. Braço morto com águas claras a ligeiramente turvas. Leito argiloso, com folhas areia. Sem correnteza. Pouquíssima vegetação aquática. Leito do rio com águas ligeiramente turvas e substrato arenoso com depósitos lodosos. Correnteza moderada. Pouquíssima vegetação aquática. Banco de areia, em seguida mata alterada ao longo da margem.

Georeferência n° N23
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 36.96' S Longitude: 56º 56.48' W
06/set/1998
Horário: 15:00-15:50
Rio Vermelho 1. Braço morto e canal principal. Águas levemente turvas. Argila e algumas folhas no substrato. Sem correnteza no braço morto, mas correnteza moderada no canal principal. Vegetação aquática de baixo porte. Mata alterada ao longo da margem.

Georeferência n° N24
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 37.22' S Longitude: 56º 57.27' W
06/set/1998
Horário: 16:00-17:00
Rio Vermelho 2. Braço morto com capim flutuante. Rio não muito largo (cerca de 10 metros de largura). Água ligeiramente turva. Argila e folhas no substrato. Sem correnteza. Dois tipos de jacintos do brejo em manchas separadas. Praias arenosas com vegetação herbácea em algumas partes. Vegetação ciliar naturalmente estreita (<10 metros de

largura), algumas partes desmatadas. Áreas do entorno com pastagens nativas, arbustos dispersos, alguns capões, e paratudal (*Tabebuia aurea*).

Georeferência n° N25
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 27.37' S Longitude: 57º 01.64' W
07/set/1998
Horário: 10:40-12:10
Rio Abobral 1. Braço morto e canal principal. Braço morto com águas turvas e um leito de barro, folhas e areia. Sem correnteza. Nenhuma vegetação aquática. Canal principal com águas de turvas a escuras e leito arenoso. Pouquíssima correnteza. Nenhuma vegetação aquática. Mata alterada ao longo da margem.

Georeferência n° N26
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 26.68' S Longitude: 57º 02.49' W
07/set/1998
Horário: 12:35-14:00
Rio Abobral 2. Canal principal e braço morto. Rio não muito largo (cerca de 10 metros de largura). Canal principal com águas de turvas a pretas e substrato areno-argiloso, com predominância de argila. Correnteza muito fraca. Nenhuma vegetação aquática. Braço morto com águas turvas e leito arenoso-argiloso. Nenhuma correnteza. Nenhuma vegetação aquática. Barrancos inclinados areno-argilosos com floresta alterada na parte alta. Vegetação ciliar naturalmente estreita (<10 metros de largura), altamente perturbada ao longo do sitio de amostragem. Áreas de entorno com capões e pastagens nativas com arbustos dispersos.

Georeferência n° N27
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 25.73' S Longitude: 57º 03.68' W
07/set/1998
Horário: 14:30-15:30
Rio Abobral 3. Canal principal e braço morto. Canal principal com águas de escuras a ligeiramente turvas e leito areno-argiloso. Correnteza fraca. Nenhuma vegetação aquática. Braço morto com águas de escuras a turvas e leito de barro, areia e folhas. Sem correnteza. Nenhuma vegetação aquática. Floresta alterada ao longo da margem.

Georeferência n° N28
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 20.29' S Longitude: 56º 57.70' W
08/set/1998
Horário: 11:30-13:30
Brejo do Baixo Rio Negro. "Rio Negrinho". Vazante. Água de negra a turva. Substrato argiloso. Pequena correnteza. Manchas de macrófitas aquáticas e algumas plantas submersas. Capões de mata, áreas de pastagens nativas com arbustos dispersos nos arredores.

Georeferência n° N29
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 17.16' S Longitude: 57º 03.39' W
08/set/1998
Horário: 15:30-16:30
Rio Negro na altura da rodovia MS-184 entre Nhecolândia e a rodovia BR-262. "Rio Negrinho". Corixo e vazante em um brejo. Águas escuras. Barro, detritos, e areia no leito. Pouca a nenhuma correnteza. Vegetação aquática espessa ao longo da margem. Margem de moita e alguns arbustos. Áreas circunvizinhas semelhantes ao N28.

Georeferência n° N30
Região do Baixo Negro
Latitude: 19º 34' S Longitude: 57º 00' W
Apenas os herpetólogos amostraram em 06/set às 21:30-22:30, 07/set às 19:00-20:30, e 08/set às 20:30-21:45.
Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, próximo ao Passo do Lontra. Amostragem realizada próxima ao centro, em áreas inundadas pelo Rio Miranda. Ambiente aquático raso (cerca de 50 centímetros) e com macrófitas. Margens com vegetação herbácea e alguns arbustos. Áreas do entorno formada por paratudal e alguns capões, assim como vegetação ciliar.

APPENDICES
APÊNDICES

APPENDIX 1 APÊNDICE 1	AquaRAP sampling protocol. Protocolo de amostragem do AquaRAP. *Barry Chernoff and Philip W. Willink*
APPENDIX 2 APÊNDICE 2	Limnological parameters measured during the AquaRAP expedition to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, August to September 1998. Parâmetros limnológicos medidos durante a expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de agosto a setembro de 1998. *Francisco Antonio R. Barbosa, Marcos Callisto Faria Pereira, Alice Michiyo Takeda, and Márcia Divina de Oliveira*
APPENDIX 3 APÊNDICE 3	List of plant species found at the sample points of the headwaters of rios Negro, Aquidauana, Taquari and Miranda, between August 25 and September 8, 1998. Relação de espécies de plantas encontradas em pontos de amostra das cabeceiras dos rios Negro, Aquidauana, Taquari e Miranda, entre 25 de agosto e 8 de setembro de 1998. *Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima, and Ubirazilda Maria Rezende*
APPENDIX 4 APÊNDICE 4	List of plants collected by the Brasilian Botanical Team during the 1998 AquaRAP Survey (Rio Negro team). Relação de plantas coletadas pela Equipe Brasileira de Botânica durante a pesquisa do AquaRAP 1998 (equipe Rio Negro). *Vali J. Pott, and Suzana de Salis*
APPENDIX 5 APÊNDICE 5	Descriptions of crustacean species collected from the Pantanal. Descrições de espécies de crustáceos coletados no Pantanal. *Célio Magalhães*
APPENDIX 6 APÊNDICE 6	Fishes collected and species new to science for each region sampled by the AquaRAP expedition to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, from August 25 to September 9, 1998. Peixes coletados e espécies novas à ciência por cada região amostrada pela expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de 25 de agosto a 9 de setembro de 1998. *Naércio Menezes, Otávio Froehlich, Osvaldo Oyakawa, Philip W. Willink, Antonio Machado-Allison, and Barry Chernoff*

APPENDIX 7 APÊNDICE 7	Summary of herpetofauna collecting localities (headwaters team). Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe de cabeceiras). *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*
APPENDIX 8 APÊNDICE 8	Summary of herpetofauna collecting localities (Rio Negro team). Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe do Rio Negro). *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*
APPENDIX 9 APÊNDICE 9	Amphibians recorded during the AquaRAP survey, with natural history data. Anfíbios registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural. *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*
APPENDIX 10 APÊNDICE 10	Reptiles recorded during the AquaRAP survey, with natural history data. Repties registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural. *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*
APPENDIX 11 APÊNDICE 11	Anuran species recorded in each region. Espécies de anuros registrados em cada região. *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*
APPENDIX 12 APÊNDICE 12	Reptile species recorded in each region. Espécies de reptis registrados em cada região. *Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira*

AquaRAP sampling protocol — APPENDIX 1

Protocolo de amostragem do AquaRAP — APÊNDICE 1

Barry Chernoff and Philip W. Willink

AquaRAP sampling protocol

The Aquatic Rapid Assessment Program (AquaRAP) attempts to compile information from several disciplines in order to provide an acurate, overall assessment of a given area. The area of choice is a basin or watershed, because it is a delimitable aquatic unit. To facilitate the integration of botanical, limnological, invertebrate, ichthyological, and additional information, data for each discipline needs to be collected in the same place. This necessity gave rise to the following terminology and protocol (Fig. A1.1).

- Basin or Watershed: An area with one or more water bodies (river, lakes, etc.) that include the biological and physical processes that are important for maintaining biodiversity. For example, the *basin* should be of sufficient size to incorporate migrations, flooded areas that act as nurseries, and the catchment area. A *basin* can be too large a unit for effective conservation strategies - the Amazon basin for example. But *watersheds* within the Amazon basin can be conserved effectively.
- Region: One of the areas within a *basin* that is surveyed as part of the rapid assessment. For most projects there is too much habitat to sample, even rapidly. So we select a number of specific *regions* that will provide the maximum information about the biological and conservation value of the entire *basin*. The *regions* are selected from local information, satellite images, and overflights.
- Georeference Station: This is a point at which latitude and longitude readings are taken. *Georeference stations* will be used for mapping and for descriptions of specific areas across taxa. The *georeference stations* are selected to maximize the diversity of habitats surveyed within a *region*.
- Sampling (Field) Stations: At each *georeference station*, biological and physical data are collected at *sampling stations* or *field stations*. These *stations* are the precise localities at which information is collected. The *sampling stations* are selected within a 0.25 km radius of each *georeference station*.

Procedures for Coordination of Sampling Stations

1. After arriving at a *region*, group leaders develop a strategy for coordination of a number of *georeference stations*.
2. Ideally, after arriving at a *georeference station*, *sampling stations* would be located along transects extending from the main channel of the river (or middle of a lake) towards the shore and into the 50-year flood zone.
3. All scientific information would be taken at exactly the same *sampling stations*. However, this is not possible, so locations for sampling by each scientific discipline are selected as close together as possible.

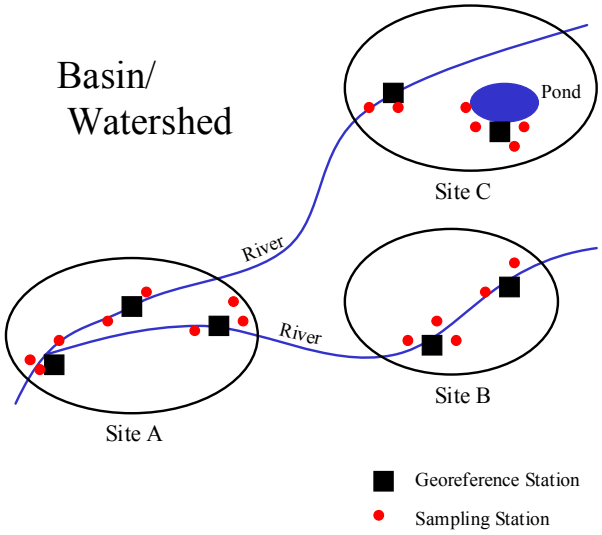


Figure A1.1. Illustration of the AquaRAP Sampling Protocol. A fictional basin or watershed with sites, georeference stations, and sampling stations indicated.

Protocolo de amostragem do AquaRAP

O programa de avaliação rápida de ecossistemas de água doce (AquaRAP) esforça-se em compilar informações de diversas disciplinas, com a finalidade de fornecer uma avaliação geral e precisa de uma dada área. A área de escolha é uma bacia ou divisor de águas, porque é uma unidade aquática demarcável. Para facilitar a integração das informações botânicas, limnológicas, ictiológicas, informações sobre invertebrados e outras informações adicionais, dados para cada disciplina devem ser coletados em um mesmo local. Esta necessidade fez surgir a terminologia e protocolos seguintes (Fig. A1.1).

- Bacia ou divisor de águas: Uma área com um ou mais elementos aquáticos (rios, lagos, etc.) que inclui os processos biológicos e físicos importantes para a manutenção da biodiversidade. Por exemplo, a *bacia* dever ser de tamanho suficiente para incorporar migrações, áreas inundadas que atuam como viveiros, e a bacia de captação. Uma *bacia* pode ser uma unidade grande demais para estratégias de conservação eficazes – a bacia amazônica por exemplo. Mas *divisores de águas* dentro da bacia amazônica podem ser conservadas eficazmente.
- Região: Uma das áreas dentro de uma *bacia* pesquisada como parte da avaliação rápida. Para a maioria dos projetos, existem hábitats demais para serem amostrados, mesmo rapidamente. Portanto, selecionamos um número específico de *regiões* que fornecerão o máximo de informações sobre o valor biológico e conservacionista de toda a *bacia.* As *regiões* são selecionadas a partir de informações locais, imagens de satélites, e sobrevôos.
- Estação de georeferência: Este é um ponto onde são tomadas as leituras de latitude e longitude. As e*stações de georefêrencia* serão usadas no mapeamento e descrição de áreas específicas de ocorrência de grupos taxonômicos. As e*stações de georefêrencia* são selecionadas para maximizar a diversidade de hábitats pesquisados dentro de uma *região*.
- Estações de amostragem (campo): Em cada *estação de georeferência*, os dados biológicos e físicos são coletados nas *estações de amostragem* ou *estações de campo.*. Estas *estações* são as localidades precisas onde são coletadas as informações. As *estações de amostragem* são selecionadas dentro de um raio de 0,25 km de cada *estação de georeferência*.

Procedimentos para a coordenação das estações de amostragem

1. Após chegar à *região*, os líderes de grupo desenvolvem uma estratégia para a coordenação de um número de *estações de georeferência*.
2. Teoricamente, após chegar a uma *estação de georeferência*, haveria a locação *das estações de amostragem* ao longo de linhas transversais estendendo-se a partir da calha principal de um rio (ou do centro de um lago) em direção à margem e até a zona de cheias dos últimos 50 anos.
3. Todas as informações científicas seriam tomadas exatamente das mesmas *estações de amostragem*. Entretanto, isto não é possível, portanto as locações para a amostragem feita por cada disciplina científica são selecionadas de forma mais próxima possível.

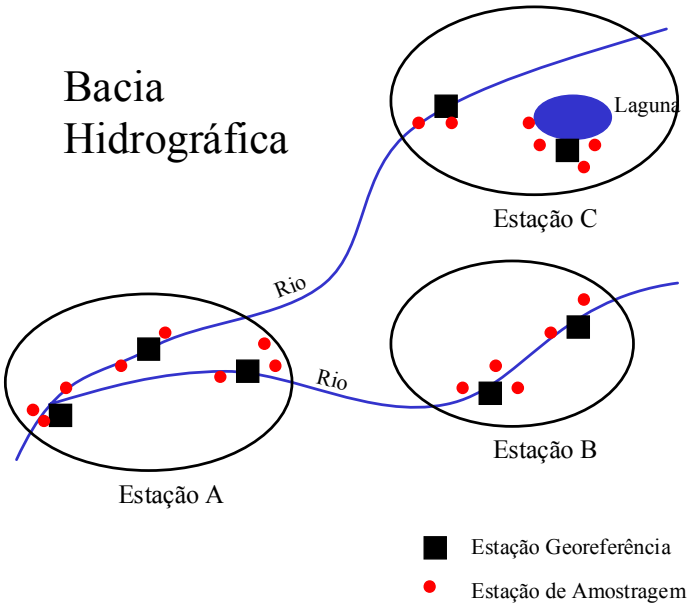


Figura A1.1. Protocolo de amostragem do AquaRAP.

Limnological parameters measured during the AquaRAP expedition to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, August to September 1998.

APPENDIX 2

Parâmetros limnológicos medidos durante a expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de agosto a setembro de 1998.

APÊNDICE 2

Francisco Antonio R. Barbosa, Marcos Callisto Faria Pereira, Alice Michiyo Takeda, and Márcia Divina de Oliveira

Localities (with Georeference Numbers) Localidades (com números de georeferência)	Temperature (°C) Temperatura (°C)	pH pH	Conductivity (µS/cm) Condutividade (µS/cm)	Oxygen (mg/L) Oxigênio (mg/L)	Dissolved Oxygen (% sat.) Oxigênio dissolvido (% sat.)
N02. Rio do Peixe	21.0	6.4	73.0	7.36	83.3
N02. Rio do Peixe	21.1	6.51	74.9	7.55	95.0
N02. Rio do Peixe	24.2	6.06	86.6	6.46	76.5
N03. Rio do Garimpo	19.2	6.10	49.2	6.22	71.4
N03. Rio do Garimpo	19.0	5.48	48.6	6.30	71.7
N03. Rio do Garimpo	21.9	5.26	48.6	6.24	71.4
N04. Rio do Peixe above waterfalls	16.6	6.30	63.4	6.30	64.3
N04. Rio do Peixe above waterfalls	17.5	6.13	66.8	6.54	70.2
N05. Rio do Peixe below waterfalls	20.0	6.54	27.3	6.89	79.9
N07. Correjo Anhuma	17.6	6.25	28.6	6.46	78.8
N08. Corixao Lagoon	19.6	5.48	29.1	5.41	63.3
N09. Rio Negro	20.5	5.64	33.2	7.60	80.1
N10. Rio Taboco	16.9	6.59	23.4	6.75	74.1
N10. Rio Taboco	17.3	5.83	32.0	5.59	63.5
N11. Rio Taboco Swamp	20.6	5.91	23.6	6.63	75.6
N11. Rio Taboco Swamp	20.5	5.56	32.3	4.87	60.4
N12. Vereda I, Taboco	17.8	5.75	7.2	4.29	48.1
N13. Vereda II, Taboco	20.0	5.25	4.2	4.22	49.2
N14. Braço morto, Rio Negro	24.7	6.65	54.5	8.06	102.2
N15. Corixo Arriranha	22.8	6.19	54.6	-	-
N16. Corixo do Sao Antonio	24.6	6.42	56.7	-	-
N17. Brejo do Santa Sofia	22.2	5.45	54.8	8.41	102.3
N18. Rio Novo in Brejo do Santa Sofia	23.2	5.85	55.0	7.67	94.3
N18. Rio Novo in Brejo do Santa Sofia	23.5	5.82	53.8	7.93	97.1
N19. Baía near Fazenda Rio Negro	24.1	8.90	220	6.31	80.1
N20. Salina near Fazenda Rio Negro	23.9	9.10	7,130	6.36	80.2
N21. Rio in Fazenda Sao Paulo	23.3	5.75	44.5	6.84	80.1
N22. Braço morto in Rio Vermelho	21.7	5.95	77.2	6.67	80.9

Localities (with Georeference Numbers) Localidades (com números de georeferência)	Temperature (°C) Temperatura (°C)	pH pH	Conductivity (µS/cm) Condutividade (µS/cm)	Oxygen (mg/L) Oxigênio (mg/L)	Dissolved Oxygen (% sat.) Oxigênio dissolvido (% sat.)
N23. Rio Vermelho I	22.1	5.79	77.3	6.77	81.7
N24. Rio Vermelho II	22.0	5.30	91.6	4.23	48.6
N25. Rio Abrobral I	21.0	5.45	65.1	8.26	97.9
N26. Rio Abrobral II - braço morto	21.5	5.47	64.5	6.40	75.6
N27. Rio Abrobral III - main channel	20.9	5.38	38.1	7.31	75.3
N28. Lower Rio Negro Swamp	21.8	5.06	27.9	6.36	72.5
N29. Lower Rio Negro	20.0	5.50	33.4	4.65	52.9
C27. Baía da Passagem on Rio Negro	24.0	5.75	71.5	-	-
C28. Baía in the Estrada Parque, Rio Negro	23.0	5.84	164.9	-	-

List of plant species found at the sample points of the headwaters of rios Negro, Aquidauana, Taquari and Miranda, between August 25 and September 8, 1998.

APPENDIX 3

Relação de espécies de plantas encontradas em pontos de amostragem nas cabeceiras dos rios Negro, Aquidauana, Taquari e Miranda, entre 25 de agosto e 8 de setembro de 1998.

APÊNDICE 3

Geraldo Alves Damasceno Júnior, Jimi Naoki Nakajima, and Ubirazilda Maria Rezende

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ALISMATACEAE		
Echinodorus macrophyllus Mich.	C01	DJr.1529
ANACARDIACEAE		
Tapirira sp.	C01	sight record
ANNONACEAE		
Unonopsis lindmanii R. E. Fr.	C01	DJr.1542
Xylopia sp.	C01	sight record
APOCYNACEAE		
Mandevilla hirsuta (A. Rich.) Schum.	C01	DJr.1554
ARACEAE		
Urospatha sagittifolia (Rudge) Schott.	C01	DJr.1557
ARALIACEAE		
Dendropanax cuneatus (DC.) Daene et. Planch.	C01	DJr.1568
ARECACEAE		
Genus indet.	C01	sight record
BIGNONIACEAE		
Tabebuia insignis (Miq.) Sandw.	C01	DJr.1532
BORAGINACEAE		
Cordia sellowiana Cham.	C01	DJr.1541
Cordia sp.	C01	DJr.1551
BROMELIACEAE		
Genus indet.	C01	sight record
BURSERACEAE		
Protium sp.	C01	sight record
CECROPIACEAE		
Cecropia sp.	C01	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
COMPOSITAE		
Baccharis sp.	C01	sight record
Elephantopus sp.	C01	sight record
Vernonia brasiliana (L.) Druce	C01	sight record
CONVOLVULACEAE		
Genus indet.	C01	sight record
CYPERACEAE		
Eleocharis elegans (H.B.K.) Roem & Schult.	C01	DJr.1569
Eleocharis nudipes (Kunth) Palla	C01	DJr.1559
Rhynchospora cf. *velutina* (Kenth) Boeck.	C01	DJr.1566
DILLENIACEAE		
Curatella americana L.	C01	sight record
ERIOCAULACEAE		
Genus indet.	C01	sight record
EUPHORBIACEAE		
Croton urucurana Baill.	C01	DJr.1534
Sebastiania membranifolia Muell. Arg.	C01	DJr.1544
FLACOURTIACEAE		
Xylosma pseudosalzmannii Sleumer	C01	DJr.1555
GRAMINEAE		
Brachiaria sp.	C01	sight record
Erianthus?	C01	DJr.1565
Lasiacis sorghoidea (Desv.) Hitch.	C01	DJr.1538
HELICONIACEAE		
Heliconia cf. *hirsuta* L.f.	C01	DJr.1528
LACISTEMACEAE		
Lacistemma sp.	C01	sight record
LAURACEAE		
Aiouea trinervis Meissn.	C01	DJr.1543
Persea venosa Ness & Mart. ex Ness	C01	DJr.1547
Genus indet.	C01	DJr.1549
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Acosmium dasycarpum (Vog.) Yakovl.	C01	DJr.1548
Faboideae		
Andira sp.	C01	DJr.1563
Camptosema cf. *ellipticum* (Desv.) Burkart	C01	DJr.1552
Mimosoideae		
Inga sp.	C01	sight record
MALPIGHIACEAE		
Mascagnia cordifolia (A. Juss.) Griseb	C01	DJr.1537
Peixotoa reticulata Griseb	C01	DJr.1553

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
MELASTOMATACEAE		
Clidemia sp.	C01	DJr.1545
Macairea sp.	C01	sight record
Miconia ibaguensis (Bonpl.) Triana	C01	DJr.1540
Miconia sp.	C01	sight record
Microlicia sp.	C01	DJr.1567
Rhynchanthera sp.	C01	sight record
MELIACEAE		
Guarea guidonea (L.) Sleumer	C01	DJr.1546
MYRTACEAE		
Eugenia egensis DC.	C01	DJr.1539
Genus indet.	C01	DJr.1550
OCHNACEAE		
Sauvagesia sp.	C01	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C01	sight record
PIPERACEAE		
Piper sp.	C01	sight record
POLYGALACEAE		
Securidaca rivinaefolia St. Hil. & Moq.	C01	DJr.1564
PONTEDERIACEAE		
Heteranthera reniformis Ruiz et. Pav.	C01	DJr.1531
Pontederia parviflora Alex.	C01	DJr.1530
RUBIACEAE		
Coussarea cf. *hydrangaefolia* Benth & Hook.	C01	DJr.1533
SAPINDACEAE		
Cupania vernalis Camb.	C01	DJr.1535
TILIACEAE		
Luehea grandiflora Mart. & Zucc.	C01	DJr.1536
UMBELLIFERAE		
Eryngium cf. *lacustre* Pohl ex Urb.	C01	DJr.1558
Eryngium ebracteatum Lam.	C01	DJr.1561
ALISMATACEAE		
Echinodorus sp.	C02	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira sp.	C02	sight record
ANNONACEAE		
Xylopia sp.	C02	sight record
ARECACEAE		
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd.	C02	sight record
BORAGINACEAE		
Cordia sp.	C02	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
CECROPIACEAE		
Cecropia sp.	C02	sight record
COMPOSITAE		
Vernonia brasiliana (L.) Druce	C02	sight record
EUPHORBIACEAE		
Croton sp.	C02	sight record
Margaritaria?	C02	sight record
LAURACEAE		
Nectandra sp.	C02	sight record
LEGUMINOSAE		
Mimosoideae		
Inga sp.	C02	sight record
Mimosa sp.	C02	sight record
MELASTOMATACEAE		
Clidemia?	C02	sight record
Miconia sp.	C02	sight record
Miconia sp. 2	C02	sight record
MELIACEAE		
Guarea sp.	C02	sight record
MYRTACEAE		
Genus indet.	C02	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia sp.	C02	sight record
PONTEDERIACEAE		
Eichhornia sp.	C02	sight record
UMBELLIFERAE		
Eryngium sp.	C02	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira sp.	C03	sight record
ANNONACEAE		
Xylopia sp.	C03	sight record
ARALIACEAE		
Genus indet.	C03	sight record
ARECACEAE		
Genus indet.	C03	sight record
BIGNONIACEAE		
Genus indet.	C03	sight record
CECROPIACEAE		
Cecropia sp.	C03	sight record
CHRYSOBALANACEAE		
Hirtela sp.	C03	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
COMPOSITAE		
Elephantopus sp.	C03	sight record
Vernonia brasiliana (L.) Druce	C03	sight record
COSTACEAE		
Costus sp.	C03	sight record
EUPHORBIACEAE		
Croton sp.	C03	sight record
Genus indet.	C03	sight record
FLACOURTIACEAE		
Genus indet.	C03	sight record
GRAMINEAE		
Brachiaria sp.	C03	sight record
Genus indet.	C03	sight record
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C03	sight record
LACISTEMACEAE		
Lacistemma sp.	C03	sight record
LAURACEAE		
Nectandra sp.	C03	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Copaifera sp.	C03	sight record
Mimosoideae		
Inga sp.	C03	sight record
MALPIGHIACEAE		
Banisteriopsis sp.	C03	sight record
MELASTOMATACEAE		
Clidemia sp.	C03	sight record
Macairea sp.	C03	sight record
Miconia albicans (Sw.) Triana	C03	sight record
Miconia sp.	C03	sight record
MORACEAE		
Sorocea sp.	C03	sight record
PIPERACEAE		
Piper sp.	C03	sight record
RUBIACEAE		
Coussarea sp.	C03	sight record
Genus indet.	C03	sight record
SAPINDACEAE		
Cupania sp.	C03	sight record
Genus indet.	C03	sight record
SIPARUNACEAE		
Siparuna sp.	C03	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
SOLANACEAE		
Cestrum sp.	C03	sight record
TILIACEAE		
Luehea sp.	C03	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira guianensis Aubl.	C05	sight record
ANNONACEAE		
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	C05	sight record
Genus indet.	C05	sight record
APOCYNACEAE		
Aspidosperma sp.	C05	sight record
Aspidosperma sp. 2	C05	sight record
Tabernaemontana sp.	C05	sight record
ARACEAE		
Monstera?	C05	sight record
BORAGINACEAE		
Cordia sp.	C05	UMR1505
BROMELIACEAE		
Bromelia balansae Mez.	C05	sight record
BURSERACEAE		
Protium heptaphyllum (Aubl.) March	C05	sight record
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	C05	sight record
CHRYSOBALANACEAE		
Hirtela burchellii Britton	C05	UMR1510
Licania?	C05	sight record
COMPOSITAE		
Vernonia brasiliana (L.) Druce	C05	sight record
CYPERACEAE		
Rhynchospora sp.	C05	sight record
DILLENIACEAE		
Curatella americana L.	C05	sight record
Davilla grandiflora St. Hill & Tul	C05	UMR1506
FLACOURTIACEAE		
Casearia silvestris Sw.	C05	UMR1500
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C05	sight record
LAURACEAE		
Nectandra grandiflora Ness et Mart. ex Ness	C05	UMR1517
LEGUMINOSAE		
Genus indet.	C05	sight record
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp.	C05	UMR1508

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
Bauhinia sp. 2	C05	sight record
Copaifera sp.	C05	sight record
Faboideae		
Cyclolobium vecchii A. Samp.	C05	UMR1501
Dypterix alata Vog.	C05	sight record
Platypodium elegans Voq.	C05	UMR1509
MALPIGHIACEAE		
Byrsonima sp.	C05	sight record
MALVACEAE		
Sida sp.	C05	sight record
MELASTOMATACEAE		
Clidemia sp.	C05	sight record
MELIACEAE		
Guarea guidonea (L.) Sleumer	C05	sight record
MORACEAE		
Ficus sp.	C05	sight record
Sorocea sp.	C05	sight record
MYRISTICACEAE		
Virola sebifera Aubl.	C05	UMR1507
MYRTACEAE		
Campomanesia sp.	C05	sight record
Eugenia florida DC.	C05	UMR1504
Eugenia sp.	C05	UMR1512
Genus indet.	C05	UMR1511
Genus indet.	C05	UMR1513
OLEACEAE		
Chionanthus filiformis (Vell.) P.S. Green	C05	UMR1515
ORCHIDACEAE		
Oeoceoclades maculata (Lindl.) Lindl.	C05	sight record
POLYGONACEAE		
Coccoloba sp.	C05	sight record
Triplaris cf. *americana* L.	C05	UMR1502
POLYPODIACEAE		
Campylonerum lapathifolium (Poiret.) Ching.	C05	UMR1514
PROTEACEAE		
Roupala montana Aubl.	C05	sight record
RHAMNACEAE		
Rhamnidium elaeocarpum Reiss.	C05	sight record
RUBIACEAE		
Alibertia sp.	C05	sight record
Coussarea sp.	C05	sight record
Psychotria carthagenensis Jacq.	C05	sight record
Randia armata (Sw.) DC.	C05	sight record
Rudgea sp.	C05	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
SAPINDACEAE		
Serjania caracasana (Jacq.) Wild	C05	UMR1503
Serjania sp. 2	C05	sight record
SAPOTACEAE		
Chrysophyllum sp.	C05	sight record
Pouteria sp.	C05	sight record
SIPARUNACEAE		
Siparuna sp.	C05	sight record
SMILACACEAE		
Smilax sp.	C05	sight record
SOLANACEAE		
Cestrum sp.	C05	sight record
STERCULIACEAE		
Helicteres sp.	C05	sight record
TILIACEAE		
Luehea sp.	C05	sight record
ULMACEAE		
Celtis sp.	C05	sight record
VERBENACEAE		
Petrea volubilis L.	C05	UMR1516
ANACARDIACEAE		
Tapirira cf. *guianensis* Aubl.	C06	sight record
ANNONACEAE		
Annona?	C06	UMR1539
APOCYNACEAE		
Aspidosperma desmanthum Bentham ex Muell Arg.	C06	UMR1529
Tabernaemontana sp.	C06	sight record
Genus indet.	C06	sight record
ARACEAE		
Anthurium cf. *plowmanii* Croatz	C06	UMR1521
ARECACEAE		
Attalea phalerata Mart.	C06	sight record
Syagrus sp.	C06	sight record
BORAGINACEAE		
Cordia trichotoma (Vell) Arrab. ex Steud	C06	UMR1542
BURSERACEAE		
Protium heptaphyllum (Aubl.) March	C06	UMR1533
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	C06	sight record
CHRYSOBALANACEAE		
Hirtela burchellii Britton	C06	UMR1525
Hirtela gracilipes (Hook f.) Prance	C06	UMR1531
Licania apetala (E. Mey) Fritsch	C06	UMR1534

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
COMBRETACEAE		
Terminalia brasiliensis Camb.	C06	UMR1524
COMPOSITAE		
Dasyphyllum brasiliense (Spreng.) Cabr.	C06	UMR1544
Vernonia sp.	C06	sight record
CYPERACEAE		
Eleocharis elegans (H.B.K.) Roem & Schult.	C06	UMR1519
Rhynchospora sp.	C06	sight record
DILLENIACEAE		
Doliocarpus sp.	C06	sight record
EBENACEAE		
Dyospyros hispida DC.	C06	UMR1540
ELAEOCARPACEAE		
Genus indet.	C06	sight record
ERYTHROXYLACEAE		
Erythroxylum anguifugum Mart.	C06	UMR1538
FLACOURTIACEAE		
Casearia sp.	C06	sight record
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C06	sight record
LABIATAE		
Hyptis sp.	C06	sight record
LAURACEAE		
Endlicheria paniculata (Spreng.) Macbr.	C06	UMR1541
Nectandra sp.	C06	sight record
Genus indet.	C06	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp.	C06	UMR1546
Copaifera sp.	C06	sight record
Faboideae		
Acosmium subelegans (Mohl.) Yakov.	C06	sight record
Galactia sp.	C06	sight record
Ormosia sp.	C06	sight record
Mimosoideae		
Albizia niopioides (Spr. ex Benth.) Burk.	C06	sight record
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	C06	sight record
Inga vera Willd	C06	UMR1547
LORANTHACEAE		
Phoradendron cf. *congestum* (Eichl.) Trel.	C06	UMR1527
Psittacanthus sp.	C06	sight record
MALPIGHIACEAE		
Byrsonima chrysophylla H.B.K.	C06	UMR1522
Genus indet.	C06	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
COMBRETACEAE		
Terminalia brasiliensis Camb.	C06	UMR1524
COMPOSITAE		
Dasyphyllum brasiliense (Spreng.) Cabr.	C06	UMR1544
Vernonia sp.	C06	sight record
CYPERACEAE		
Eleocharis elegans (H.B.K.) Roem & Schult.	C06	UMR1519
Rhynchospora sp.	C06	sight record
DILLENIACEAE		
Doliocarpus sp.	C06	sight record
EBENACEAE		
Dyospyros hispida DC.	C06	UMR1540
ELAEOCARPACEAE		
Genus indet.	C06	sight record
ERYTHROXYLACEAE		
Erythroxylum anguifugum Mart.	C06	UMR1538
FLACOURTIACEAE		
Casearia sp.	C06	sight record
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C06	sight record
LABIATAE		
Hyptis sp.	C06	sight record
LAURACEAE		
Endlicheria paniculata (Spreng.) Macbr.	C06	UMR1541
Nectandra sp.	C06	sight record
Genus indet.	C06	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp.	C06	UMR1546
Copaifera sp.	C06	sight record
Faboideae		
Acosmium subelegans (Mohl.) Yakov.	C06	sight record
Galactia sp.	C06	sight record
Ormosia sp.	C06	sight record
Mimosoideae		
Albizia niopioides (Spr. ex Benth.) Burk.	C06	sight record
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	C06	sight record
Inga vera Willd	C06	UMR1547
LORANTHACEAE		
Phoradendron cf. *congestum* (Eichl.) Trel.	C06	UMR1527
Psittacanthus sp.	C06	sight record
MALPIGHIACEAE		
Byrsonima chrysophylla H.B.K.	C06	UMR1522
Genus indet.	C06	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
MELASTOMATACEAE		
Clidemia sp.	C06	sight record
Miconia albicans (Sw.) Triana	C06	sight record
Miconia sp.	C06	sight record
Rhynchanthera sp.	C06	sight record
MYRISTICACEAE		
Virola sebifera Aubl.	C06	sight record
MYRTACEAE		
Campomanesia pubescens (DC.) O. Berg.	C06	UMR1518
Eugenia sp.	C06	sight record
Myrcia sp.	C06	UMR1548
Genus indet.	C06	UMR1528
NYCTAGINACEAE		
Guapira opposita (Vell.) Reitz	C06	UMR1523
OLACACEAE		
Heisteria ovata Benth	C06	UMR1536
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C06	sight record
Ludwigia tomentosa (Camb.) Hara	C06	UMR1537
POLYGALACEAE		
Bredmeyera floribunda Willd.	C06	UMR1543
POLYGONACEAE		
Coccoloba sp.	C06	sight record
PROTEACEAE		
Roupala montana Aubl.	C06	sight record
RUBIACEAE		
Alibertia sp.	C06	sight record
Chomelia obtusa Cham. & Schltd.	C06	sight record
Coussarea sp.	C06	sight record
Rudgea sp.	C06	sight record
Genus indet.	C06	UMR1530
SAPINDACEAE		
Cupania sp.	C06	sight record
Matayba sp.	C06	sight record
Serjania caracasana (Jacq.) Wild	C06	UMR1535
SAPOTACEAE		
Crysophyllum marginatum (Hook et. Arn.) Radlk	C06	UMR1520
Pouteria torta (Mart.) Radlk	C06	UMR1545
STERCULIACEAE		
Helicteres sp.	C06	sight record
TILIACEAE		
Luehea sp.	C06	sight record
VERBENACEAE		
Stachytarpheta sp.	C06	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
VOCHYSIACEAE		
Callistene minor (Spreng.) Mart.	C06	UMR1526
Vochysia sp.	C06	sight record
ACANTHACEAE		
Justicia elegans Pohl.	C07	UMR1564
Genus indet.	C07	UMR1562
AMARANTHACEAE		
Amarantus sp.	C07	sight record
ARALIACEAE		
Didimopanax sp.	C07	sight record
BROMELIACEAE		
Tillandsia sp.	C07	UMR1554
BURSERACEAE		
Protium sp.	C07	sight record
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	C07	sight record
CELASTRACEAE		
Maytenus cf. *ilicifolia* Mart.	C07	UMR1541A
COMBRETACEAE		
Combretum discolor Taub.	C07	UMR1565
COMPOSITAE		
Baccharis trinervis (Lam.) Person	C07	UMR1569
Mikania sp.	C07	sight record
COSTACEAE		
Costus sp.	C07	sight record
CYPERACEAE		
Cyperus sp.	C07	sight record
Rhynchospora sp.	C07	sight record
DILLENIACEAE		
Doliocarpus sp.	C07	sight record
ELAEOCARPACEAE		
Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.	C07	UMR1570
EUPHORBIACEAE		
Acalypha sp.	C07	sight record
Croton urucurana Baill.	C07	sight record
Euphorbia sp.	C07	sight record
LAURACEAE		
Genus indet.	C07	sight record
LECYTIDACEAE		
Cariniana sp.	C07	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp.	C07	sight record
Hymenaea sp.	C07	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
Faboideae		
Macherium acutifolium Vog.	C07	UMR1553
Mimosoideae		
Acacia sp.	C07	UMR1558
Anadenanthera sp.	C07	sight record
Inga fagifolia (Vw.) Willd	C07	UMR1549
MELASTOMATACEAE		
Miconia sp.	C07	sight record
MELIACEAE		
Cedrela sp.	C07	sight record
Guarea kunthiana A. Juss.	C07	UMR1557
Trichlia catigua A. Juss.	C07	UMR1552
MORACEAE		
Genus indet.	C07	UMR1563
MYRTACEAE		
Eugenia sp.	C07	UMR1560
Genus indet.	C07	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C07	sight record
OXALIDACEAE		
Oxalis rhombeo-ovata St. Hill.	C07	UMR1551
PIPERACEAE		
Peperomia sp.	C07	UMR1550
Peperomia circinata Link.	C07	UMR1555
Piper sp.	C07	sight record
POLYGONACEAE		
Coccoloba sp.	C07	sight record
POLYPODIACEAE		
Genus indet.	C07	UMR1561
RHAMNACEAE		
Rhamnidium elaeocarpum Reiss.	C07	sight record
RUBIACEAE		
Psychotria carthagenensis Jacq.	C07	sight record
SAPINDACEAE		
Allophylus sp.	C07	UMR1567
Serjania sp.	C07	sight record
SOLANACEAE		
Cestrum cf. *calycinum* Willd.	C07	UMR1559
STERCULIACEAE		
Genus indet.	C07	sight record
Genus indet.	C07	sight record
TEOPHRASTACEAE		
Clavija nutans (Vell) Stahl.	C07	UMR1556
TILIACEAE		
Apeiba sp.	C07	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ULMACEAE		
Celtis sp.	C07	sight record
Trema micranta (L.) Blume	C07	sight record
VERBENACEAE		
Aloysia sp.	C07	sight record
Lantana fucata Lindl.	C07	UMR1568
ALISMATACEAE		
Echinodorus sp.	C09	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira sp.	C09	sight record
AQUIFOLIACEAE		
Ilex affinis Gaerdn.	C09	DJr.1298
ARACEAE		
Genus indet.	C09	sight record
ARECACEAE		
Mauritia vinifera Mart.	C09	sight record
BIGNONIACEAE		
Tabebuia insignis (Miq.) Sandw.	C09	DJr.1291
COMPOSITAE		
Ayapana amygdalina (Lam.) King. & Rob.	C09	sight record
Elephantopus sp.	C09	sight record
Erygeron tweediei Hook & Arn.	C09	DJr.1526
Eupatorium senecioidea Baker	C09	DJr.1285
Senecio sp.	C09	sight record
Vernonia ararana Gardn.	C09	DJr.1274
CYPERACEAE		
Ascolepis sp.	C09	DJr.1279
Eleocharis minima Kunth.	C09	sight record
Rhynchospora cf. *floribunda* Boech	C09	DJr.1289
Rhynchospora globosa (H.B.K.) Roem. & Schult	C09	DJr.1277
DROSERACEAE		
Drosera sp.	C09	sight record
ERIOCAULACEAE		
Eriocaulon sp.	C09	DJr.1297
Syngonanthus helminthorrhizus (Mart.) Ruhland	C09	DJr.1296
Syngonanthus nitens (Bong.) Ruhland	C09	DJr.1270
Syngonanthus xeranthemoides (Bong.) Ruhland	C09	DJr.1283
GENTIANACEAE		
Irlbachia caerulescens (Aubl.) Griseb.	C09	DJr.1299
Sauvagesia racemosa St. Hill.	C09	DJr.1272
GRAMINEAE		
Eriochrysis cayenensis Beauv.	C09	DJr.1268
Hypogynium virgatum (Desv.) Dandy	C09	DJr.1269
Sorghastrum aff. *contractum* (Hack.)	C09	DJr.1288

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
LABIATAE		
Hyptis conferta Pohl ex Benth. var *angustifolia* Benth.	C09	DJr.1281
Hyptis crenata Pohl ex Benth	C09	DJr.1290
Hyptis lutescens Pohl ex Benth.	C09	DJr.1282
LIMNOCHARITACEAE		
Limnocharis flava (L.) Buchenau.	C09	DJr.1525
LYCOPODIACEAE		
Lycopodiella camporum B. Ollg. & Wind.	C09	DJr.1286
MALPIGHIACEAE		
Byrsonima umbelatta (Mart.) A. Juss.	C09	DJr.1287
Heteropteris sp.	C09	DJr.1293
MELASTOMATACEAE		
Acisanthera sp.	C09	DJr.1284
Acisanthera sp. 2	C09	DJr.1273
Desmocelis vilosa (Aubl.) Naud.	C09	DJr.1524
Miconia elegans Cogn.	C09	sight record
Tibouchina sp.	C09	sight record
Trembleya phlogiformis DC.	C09	DJr.1292
ONAGRACEAE		
Ludwigia nervosa (Poir) Hara	C09	DJr.1275
PIPERACEAE		
Piper aduncum L.	C09	DJr.1295
POLYGALACEAE		
Polygala malmeana Chod.	C09	DJr.1523
SCROPHULARIACEAE		
Buchnera sp.	C09	sight record
UMBELLIFERAE		
Eryngium floribundum Cham. & Schlecht	C09	DJr.1276
Eryngium sp. 2	C09	sight record
UTRICULARIACEAE		
Utricularia sp.	C09	sight record
XYRIDACEAE		
Xyris asperula Mart.	C09	DJr.1280
Xyris jupicai L.C. Rich.	C09	DJr.1271
ZINGIBERACEAE		
Renealmia dermatopetala K. Schumann	C09	DJr.1527
ALISMATACEAE		
Echinodorus longipetalus Micheli	C10	UMR1578
Echinodorus tenellus (Mart.) Kunth	C10	UMR1587
Sagitaria rhombifolia Cham.	C10	UMR1588
ANACARDIACEAE		
Tapirira sp.	C10	sight record
ANNONACEAE		
Xylopia sp.	C10	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C10	sight record
PIPERACEAE		
Piper sp.	C10	sight record
POLYPODIACEAE		
Pityrogramma calomelanos (L.) Link	C10	sight record
RUBIACEAE		
Borreria?	C10	sight record
VERBENACEAE		
Genus indet.	C10	sight record
XYRIDACEAE		
Xyris savanensis Miq.	C10	UMR1580
CECROPIACEAE		
Cecropia sp.	C11	sight record
COMPOSITAE		
Baccharis sp.	C11	sight record
LEGUMINOSAE		
Mimosoideae		
Inga sp.	C11	sight record
MELIACEAE		
Guarea sp.	C11	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia sp.	C11	sight record
SIMAROUBACEAE		
Simarouba sp.	C11	sight record
VERBENACEAE		
Genus indet.	C11	sight record
ALISMATACEAE		
Echinodorus sp.	C12	sight record
ARACEAE		
Genus indet.	C12	sight record
ARECACEAE		
Mauritia vinifera Mart.	C12	sight record
COMPOSITAE		
Vernonia ararana Gardn.	C12	sight record
MELASTOMATACEAE		
Miconia elegans Cogn.	C12	sight record
Rhynchanthera sp.	C12	sight record
Tibouchina sp.	C12	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C12	sight record
UMBELLIFERAE		
Eryngium sp.	C12	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C10	sight record
PIPERACEAE		
Piper sp.	C10	sight record
POLYPODIACEAE		
Pityrogramma calomelanos (L.) Link	C10	sight record
RUBIACEAE		
Borreria?	C10	sight record
VERBENACEAE		
Genus indet.	C10	sight record
XYRIDACEAE		
Xyris savanensis Miq.	C10	UMR1580
CECROPIACEAE		
Cecropia sp.	C11	sight record
COMPOSITAE		
Baccharis sp.	C11	sight record
LEGUMINOSAE		
Mimosoideae		
Inga sp.	C11	sight record
MELIACEAE		
Guarea sp.	C11	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia sp.	C11	sight record
SIMAROUBACEAE		
Simarouba sp.	C11	sight record
VERBENACEAE		
Genus indet.	C11	sight record
ALISMATACEAE		
Echinodorus sp.	C12	sight record
ARACEAE		
Genus indet.	C12	sight record
ARECACEAE		
Mauritia vinifera Mart.	C12	sight record
COMPOSITAE		
Vernonia ararana Gardn.	C12	sight record
MELASTOMATACEAE		
Miconia elegans Cogn.	C12	sight record
Rhynchanthera sp.	C12	sight record
Tibouchina sp.	C12	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C12	sight record
UMBELLIFERAE		
Eryngium sp.	C12	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ACANTHACEAE		
Justicia sp.	C13	DJr.1582
ALISMATACEAE		
Echinodorus sp.	C13	sight record
ANACARDIACEAE		
Astronium graveolens Jacq.	C13	DJr.1571
Schinus terebenthifolius Radd.	C13	sight record
Tapirira guianensis Aubl.	C13	sight record
ANNONACEAE		
Annona sp.	C13	sight record
Unonopsis lindmanii Fries	C13	DJr.1598
APOCYNACEAE		
Aspidosperma cylindrocarpon Muell. Arg.	C13	sight record
ARACEAE		
Anthurium sp.	C13	sight record
ARECACEAE		
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd.	C13	sight record
Attalea phalerata Mart.	C13	sight record
Syagrus sp.	C13	sight record
ASCLEPIADACEAE		
Asclepias curassavica L.	C13	sight record
BEGONIACEAE		
Begonia sp.	C13	sight record
BIGNONIACEAE		
Anemopaegma?	C13	DJr.1575
Tabebuia heptaphylla (Vell.) Tol.	C13	sight record
Tabebuia cf. *impetiginosa* (C. Mart. ex DC.) Standl.	C13	sight record
BROMELIACEAE		
Bromelia balansae Mez.	C13	sight record
Tillandsia gemniflora Brongn.	C13	DJr.1717
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	C13	sight record
CELASTRACEAE		
Maytenus ilicifolia Mart.	C13	DJr.1596
COMBRETACEAE		
Combretum sp.	C13	sight record
COMPOSITAE		
Dasyphyllum brasiliense (Spr.) Cabr.	C13	DJr.1570
Elephantopus sp.	C13	sight record
Eupatorium sp.	C13	sight record
Mikania sp.	C13	sight record
Venonia glazioviana Baker	C13	sight record
Vernonia polyanthes Less	C13	sight record
CYPERACEAE		
Cyperus sp.	C13	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
Eleocharis sp.	C13	sight record
Rhynchospora sp.	C13	sight record
DILLENIACEAE		
Doliocarpus sp.	C13	sight record
ERYTHROXYLACEAE		
Erythroxylum sp.	C13	sight record
EUPHORBIACEAE		
Adelia membranifolia Chodat & Hassler	C13	DJr.1583
Alchornea ?	C13	DJr.1577
Croton urucurana Baill.	C13	sight record
Phyllanthus orbiculatus L.C. Rich.	C13	DJr.1593
Sapium sp.	C13	sight record
Sebastiania sp.	C13	DJr.1588
FLACOURTIACEAE		
Casearia cf. *mariquitensis* H.B.K.	C13	DJr.1595
GRAMINEAE		
Bambusa sp.	C13	sight record
Olyra ciliatifolia Raddi	C13	DJr.1590
Paspalum ?	C13	DJr.1587
Pharus glaber H.B.K.	C13	DJr.1586
SCHIZAEACEAE		
Anemia phyllitidis (L.) Sw.	C13	DJr.1591
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C13	sight record
HIPPOCRATEACEAE		
Hippocratea cf. *volubilis* L.	C13	DJr.1581
LABIATAE		
Leonotis nepetifolia (L.) R. Br.	C13	sight record
LAURACEAE		
Nectandra membranacea (Sw.) Griseb.	C13	DJr.1599
Ocotea sp.	C13	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Pseudocopaiva sp.	C13	sight record
Pterogyne nitens Tul.	C13	sight record
Faboideae		
Erythrina sp.	C13	sight record
Indigofera sp.	C13	sight record
Mimosoideae		
Inga heterophylla Willd	C13	DJr.1597
Inga vera Willd	C13	sight record
Mimosa sp.	C13	sight record
LEMNACEAE		
Genus indet.	C13	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
MALVACEAE		
Pavonia comunis St. Hill.	C13	DJr.1572
Sida sp.	C13	DJr.1574
Urena lobata L.	C13	sight record
MELIACEAE		
Cedrela sp.	C13	sight record
Guarea sp.	C13	sight record
MENISPERMACEAE		
Cissampelos sp.	C13	sight record
MORACEAE		
Dorstenia sp.	C13	sight record
Ficus sp.	C13	sight record
MYRSINACEAE		
Rapanea sp.	C13	sight record
MYRTACEAE		
Eugenia sp.	C13	sight record
Myrcia sp.	C13	sight record
Psidium guajava L.	C13	sight record
Genus indet.	C13	sight record
Genus indet.	C13	DJr.1578
Genus indet.	C13	DJr.1585
ONAGRACEAE		
Ludwigia sp.	C13	sight record
ORCHIDACEAE		
Genus indet.	C13	sight record
PIPERACEAE		
Peperomia cf. *pereskiaefolia* (Jack) H.B.K.	C13	DJr.1584
Piper angustifolium R. & P.	C13	DJr.1592
POLYGONACEAE		
Polygonum sp.	C13	sight record
POLYPODIACEAE		
Polypodium sp.	C13	sight record
PONTEDERIACEAE		
Eichhornia sp.	C13	sight record
PTERIDACEAE		
Adiantum mathewsianum Hook.	C13	DJr.1594
Hemiomitis tomentosa (Lam.) Radd.	C13	DJr.1589
RUBIACEAE		
Borreria sp.	C13	sight record
Chomelia sp.	C13	sight record
Genipa americana L.	C13	sight record
RUTACEAE		
Esenbeckia febrifuga A. Juss.	C13	DJr.1580
Genus indet.	C13	DJr.1600

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
SAPINDACEAE		
Alophyllus sp.	C13	sight record
Cadiospermum sp.	C13	sight record
SAPOTACEAE		
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichl.) Engl.	C13	DJr.1576
Crysophyllum sp.	C13	sight record
Genus indet.	C13	sight record
SCHIZAEACEAE		
Anemia phyllitidis (L.) Sw.	C13	sight record
SMILACACEAE		
Smilax sp.	C13	sight record
SOLANACEAE		
Cestrum sp.	C13	sight record
Solanum sp.	C13	sight record
TEOPHRASTACEAE		
Clavija sp.	C13	sight record
ULMACEAE		
Trema micranta (L.) Blume	C13	sight record
UMBELLIFERAE		
Hydrocotyle sp.	C13	sight record
URTICACEAE		
Urera sp.	C13	sight record
VIOLACEAE		
Hibanthus atropurpureus (St. Hill.) Camb.	C13	DJr.1573
ACANTHACEAE		
Ruelia brevifolia (Polh) Ezcurra	C14 + C15	DJr.1611
ANACARDIACEAE		
Schinus terebenthifolius Radd.	C14 + C15	UMR1600
ARISTOLOCHIACEAE		
Aristolochia esperanzae O. Kuntze	C14 + C15	UMR1599
COMBRETACEAE		
Terminalia cf. *australis* Camb.	C14 + C15	DJr.1612
COMPOSITAE		
Mikania sp.	C14 + C15	sight record
CYPERACEAE		
Eleocharis geniculata (L.) Roem. & Schult.	C14 + C15	DJr.1603
EUPHORBIACEAE		
Phyllanthus sp.	C14 + C15	DJr.1607
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	C14 + C15	sight record
LAURACEAE		
Aniba?	C14 + C15	UMR1602
Nectandra grandiflora Ness et Mart. ex Ness	C14 + C15	DJr.1605

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
LEGUMINOSAE		
Faboideae		
Erythrina sp.	C14 + C15	sight record
LEMNACEAE		
Spirodela intermedia W. Koch.	C14 + C15	DJr.1602
MELIACEAE		
Cedrela sp.	C14 + C15	sight record
MORACEAE		
Ficus insipida Willd.	C14 + C15	DJr.1606
Ficus pertusa L.f.	C14 + C15	DJr.1604
MYRSINACEAE		
Rapanea guianensis Aubl.	C14 + C15	DJr.1608
ONAGRACEAE		
Ludwigia sp.	C14 + C15	sight record
POTAMOGETANACEAE		
Genus indet.	C14 + C15	sight record
PONTEDERIACEAE		
Heteranthera reniformis Ruiz et. Pav.	C14 + C15	UMR1603
Heteranthera zosterifolia Mart.	C14 + C15	DJr.1601
SAPINDACEAE		
Allophylus edulis (St. Hill) Radlk	C14 + C15	DJr.1613
SAPOTACEAE		
Crysophyllum marginatum (Hook et. Arn.) Radlk	C14 + C15	UMR1601
SOLANACEAE		
Cestrum sendtnerianum Mart.	C14 + C15	DJr.1609
URTICACEAE		
Bohemeria cylindrica (L.) Sw.	C14 + C15	DJr.1610
CYPERACEAE		
Rhynchospora cf. *tenuis* Link.	C17	UMR1597
EUPHORBIACEAE		
Adelia spinosa (Chod. & Hassl) Pax & Hoffm.	C17	UMR1592
Cnidosculos phyllacanthus (Muell Arg.) Pax & Hoffm.	C17	UMR1593
MENISPERMACEAE		
Cissampelos pareira L.	C17	UMR1596
MYRTACEAE		
Myrcianthes pungens (O. Berg.) D. Legrand.	C17	UMR1591
COMPOSITAE		
Eupatorium hecatantum (DC) Baker	C18	UMR1605
CYPERACEAE		
Cyperus cf. *brevifolius* (Rottb.) Hassk	C18	UMR1607
EUPHORBIACEAE		
Adelia spinosa (Chod. & Hassl) Pax & Hoffm.	C18	UMR1604
FLACOURTIACEAE		
Casearia cf. *mariquitensis* H.B.K.	C18	UMR1590A

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
MELIACEAE		
Guarea sp.	C19	sight record
MORACEAE		
Ficus sp.	C19	sight record
MYRSINACEAE		
Rapanea sp.	C19	sight record
MYRTACEAE		
Genus indet.	C19	sight record
NAJADACEAE		
Najas guadalupensis (Spreng.) Magnus	C19	UMR1621
ONAGRACEAE		
Ludwigia inclinata (L.f.) Gomez	C19	sight record
Ludwigia peruviana (L.) Hara	C19	sight record
POLYGONACEAE		
Polygonum hydropiperoides Michx.	C19	UMR1613
POTAMOGETANACEAE		
Potamogeton illinoensis Morong	C19	UMR1614
PTERIDACEAE		
Acrostichum aureum L.	C19	UMR1612
RUBIACEAE		
Genus indet.	C19	UMR1618
RUTACEAE		
Fagara riedeliana Engl.	C19	UMR1618
SAPINDACEAE		
Genus indet.	C19	sight record
SAPOTACEAE		
Genus indet.	C19	sight record
UMBELLIFERAE		
Hydrocotyle?	C19	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira guianensis Aubl.	C20	DJr.1616
APOCYNACEAE		
Aspidosperma cylindrocarpon Muell. Arg.	C20	DJr.1614
ARALIACEAE		
Dendropanax affinis E. March.	C20	DJr.1629
DILLENIACEAE		
Davilla aspera (Aubl.) Bend.	C20	DJr.1624
LEGUMINOSAE		
Faboideae		
Erythrina sp.	C20	DJr.1630
Macherium longifolium Benth.	C20	DJr.1618
Macherium villosum J. Vogel	C20	DJr.1621
Sweetia fruticosa Spreng.	C20	DJr.1619

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
Mimosoideae		
Pithecelobium sp.	C20	DJr.1625
LORANTHACEAE		
Phoradendron cf. *congestum* (Eichl.) Trel.	C20	DJr.1626
MELIACEAE		
Guarea kunthiana A. Juss.	C20	DJr.1633
Trichilia pallida Swartz	C20	DJr.1617
Trichlia elegans A. Juss.	C20	DJr.1620
MYRTACEAE		
Eugenia florida DC.	C20	DJr.1622
Genus indet.	C20	DJr.1628
OLEACEAE		
Chionanthus filiformis (Vell.) P.S. Green	C20	DJr.1615
RUBIACEAE		
Alibertia sessilis (Vell.) Schum.	C20	DJr.1623
Genus indet.	C20	DJr.1627
VOCHYSIACEAE		
Calistene fasciculata (Spr.) Mart.	C20	DJr.1632
ANNONACEAE		
Unonopsis lindmanii Fries	C22	DJr.1636
MYRTACEAE		
Genus indet.	C22	DJr.1638
PIPERACEAE		
Piper angustifolium R. & P.	C22	DJr.1634
PSILOTACEAE		
Psilotum nudum (L.) Beauv.	C22	DJr.1637
SAPOTACEAE		
Crysophyllum marginatum (Hook et. Arn.) Radlk	C22	DJr.1639
SELLAGINELACEAE		
Selaginella erythropus (Mart.) Spring.	C22	DJr.1635
ARACEAE		
Anthurium cf. *plowmanii* Croatz	C23	DJr.1664
BIGNONIACEAE		
Callichlamys sp.	C23	DJr.1649
CELASTRACEAE		
Maytenus sp.	C23	DJr.1659
COMPOSITAE		
Chaptalia nutans (L.) Polak.	C23	DJr.1644
EUPHORBIACEAE		
Actinostemon conceptionis (Chodat & Hassler) Pax & K.	C23	DJr.1661
FLACOURTIACEAE		
Prockia crucis P. Browne ex L.	C23	DJr.1662

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
HALORAGACEAE		
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verd.	C23	DJr.1657
HIPPOCRATEACEAE		
Hippocratea cf. *volubilis* L.	C23	DJr.1647
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Holocalyx balansae Micheli	C23	DJr.1656
Mimosoideae		
Caliandra cf. *foliolosa* Benth.	C23	DJr.1641
MORACEAE		
Ficus pertusa L.f.	C23	DJr.1653
MYRTACEAE		
Campomanesia xanthocarpa O. Berg.	C23	DJr.1654
Eugenia florida DC.	C23	DJr.1663
Myrcianthes pungens (O. Berg.) D. Legrand.	C23	DJr.1655
OXALIDACEAE		
Oxalis rhombeo-ovata St. Hill.	C23	DJr.1640
PIPERACEAE		
Piper angustifolium R. & P.	C23	DJr.1652
POLYPODIACEAE		
Micrograma vaccinifolia (Langerd & Fischer) Copeland	C23	DJr.1642
PONTEDERIACEAE		
Heteranthera zosterifolia Mart.	C23	DJr.1658
RUBIACEAE		
Calycophyllum multiflorum Gris.	C23	DJr.1650
Chomelia ribesoides Benth.	C23	DJr.1643
RUTACEAE		
Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl.	C23	DJr.1645
Pilocarpus pennatifolius Lem.	C23	DJr.1648
SAPINDACEAE		
Averrhoidium paraguaiense Radlk.	C23	DJr.1651
CONVOLVULACEAE		
Convolvulus crenatifolius Ruiz & Pav.	C24	DJr.1666
CYPERACEAE		
Rhynchospora corymbosa (L.) Britt.	C24	DJr.1670
EUPHORBIACEAE		
Margaritaria nobilis L. f.	C24	DJr.1665
LAURACEAE		
Nectandra membranacea (Sw.) Griseb.	C24	DJr.1669
SAPINDACEAE		
Serjania cf. *comunis* Camb.	C24	DJr.1668
VERBENACEAE		
Aloysia virgata (R.& P.) A. Juss	C24	DJr.1667

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
AMARANTHACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1714
BORAGINACEAE		
Tournefortia sp.	C26	DJr.1702
BROMELIACEAE		
Fosterela penduliflora (C. H. Wright) L. B. Smith	C26	DJr.1716
COMBRETACEAE		
Terminalia sp.	C26	DJr.1706
EUPHORBIACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1712
MELIACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1701
MYRTACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1707
PHYTOLACACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1710
PIPERACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1704
PTERIDACEAE		
Adiantum sp.	C26	DJr.1711
RUBIACEAE		
Psychotria sp.	C26	DJr.1705
Genus indet.	C26	DJr.1713
Genus indet.	C26	DJr.1715
SAPOTACEAE		
Pouteria sp.	C26	DJr.1708
SOLANACEAE		
Cestrum sp.	C26	DJr.1703
Solanum riparium Pers	C26	DJr.1700
STERCULIACEAE		
Genus indet.	C26	DJr.1709
ARECACEAE		
Attalea phalerata Mart.	N2	sight record
BIGNONIACEAE		
Arrabidaea sp.	N2	sight record
BORAGINACEAE		
Tournefortia sp.	N2	sight record
COMBRETACEAE		
Combretum leprosum Mart.	N2	sight record
COMPOSITAE		
Argeratum conyzoides L.	N2	sight record
Elephantopus riparius Gardn	N2	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
EUPHORBIACEAE		
Acalypha sp.	N2	sight record
Croton sp.	N2	sight record
Genus indet.	N2	sight record
GRAMINEAE		
Gynerium sp.	N2	sight record
LAURACEAE		
Genus indet.	N2	sight record
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp.	N2	sight record
Faboideae		
Desmodium incanum (Sw.) DC.	N2	sight record
Indigofera sp.	N2	sight record
Macherium sp.	N2	sight record
Mimosoideae		
Acacia cf. *fistulosa*	N2	sight record
Albizia niopioides (Spr. Ex Benth.) Burk.	N2	sight record
Albizia saman (Jacq.) F. v. M.	N2	sight record
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	N2	sight record
Inga vera Willd	N2	sight record
Mimosa sp.	N2	sight record
MALPIGHIACEAE		
Banisteriopsis sp.	N2	sight record
Hiraea sp.	N2	sight record
MALVACEAE		
Sida sp.	N2	sight record
Urena lobata L.	N2	sight record
MELIACEAE		
Cedrela sp.	N2	sight record
Guarea guidonea (L.) Sleumer	N2	sight record
MORACEAE		
Ficus cf. *insipida* Willd.	N2	sight record
Ficus trigonata L.	N2	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia laguneae (Morong) Hara	N2	sight record
Ludwigia tomentosa (Camb.) Hara	N2	sight record
POLYGONACEAE		
Coccoloba sp.	N2	sight record
Triplaris americana L.	N2	sight record
PORTULACACEAE		
Talinum cf. *crassifolium* Willd.	N2	sight record
RHAMNACEAE		
Gouania sp.	N2	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
RUBIACEAE		
Randia armata (Sw.) DC.	N2	sight record
SAPINDACEAE		
Serjania sp.	N2	sight record
SCROPHULARIACEAE		
Scoparia dulcis L.	N2	sight record
SMILACACEAE		
Smilax sp.	N2	sight record
STERCULIACEAE		
Guazuma ulmifolia Lam.	N2	sight record
ULMACEAE		
Celtis iguanea (Jacq.) Sarg.	N2	sight record
VERBENACEAE		
Aloysia virgata (Ruiz. & Pav.) A. L. Juss.	N2	sight record
ACANTHACEAE		
Ruelia sp.	N4	sight record
ANACARDIACEAE		
Tapirira guianensis Aubl.	N4	sight record
ANNONACEAE		
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	N4	sight record
APOCYNACEAE		
Aspidosperma sp.	N4	sight record
Tabernaemontana sp.	N4	sight record
ARACEAE		
Monstera sp.	N4	sight record
ARALIACEAE		
Dendropanax affinis E. March.	N4	DJr.1261
BIGNONIACEAE		
Mansoa sp.	N4	DJr.1215
BOMBACACEAE		
Eriotheca gracilipes (K. Schum.) A. Robyns.	N4	sight record
BROMELIACEAE		
Bromelia sp.	N4	sight record
BURSERACEAE		
Protium heptaphyllum (Aubl.) March	N4	DJr.1221
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	N4	sight record
CHRYSOBALANACEAE		
Hirtela gracilipes (Hook f.) Prance	N4	DJr.1228
Licania cf. *humilis* Cham. & Schlecht.	N4	DJr.1264
COMPOSITAE		
Eclipta decumbens	N4	sight record
Elephantopus riparius Gardn	N4	DJr.1235
Emilia sp.	N4	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
Eupatorium kleinioides H.B.K.	N4	DJr.1231
Vernonia brasiliana (L.) Druce	N4	sight record
CUCURBITACEAE		
Trianosperma tayuya Mart.	N4	DJr.1248
CYPERACEAE		
Cyperus brevifolius (Rottb.) Hassk	N4	sight record
Cyperus diffusus Vahl	N4	DJr.1240
Cyperus surinamensis Rottb.	N4	sight record
Cyperus virens Mx.	N4	DJr.1243
Eleocharis geniculata (L.) Roem. & Schult.	N4	DJr.1230
Fimbristylis sp.	N4	DJr.1244
DILLENIACEAE		
Curatella americana L.	N4	sight record
Doliocarpus sp.	N4	sight record
EBENACEAE		
Dyospyros sericea DC.	N4	DJr.1265
ERYTHROXYLACEAE		
Erythroxylum aff. *campestris* St. Hill.	N4	DJr.1260
Erythroxylum anguifugum Mart.	N4	DJr.1222
EUPHORBIACEAE		
Phyllanthus sp.	N4	sight record
FLACOURTIACEAE		
Casearia sp.	N4	sight record
GENTIANACEAE		
Sawagesia erecta	N4	sight record
GESNERIACEAE		
Gloxinia sylvatica (Kunth.) Wiehl.	N4	DJr.1225
GRAMINEAE		
Cynodon dactylon (L.) Pers.	N4	sight record
Digitaria sp.	N4	sight record
Eragostis articulata (Schrk.) Nees	N4	DJr.1241
Hyparrhenia rufa (Ness) Stapl.	N4	DJr.1234
Panicum repens Nees.	N4	sight record
Paspalum sp.	N4	DJr.1245
GUTTIFERAE		
Calophyllum sp.	N4	sight record
ICACINACEAE		
Emmotum nitens (Benth) Miers	N4	DJr.1257
LABIATAE		
Hyptis multibracteata Benth.	N4	DJr.1233
LACISTEMACEAE		
Lacistema aggregatum (Berg.) Rusby	N4	DJr.1227
LAURACEAE		
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez.	N4	DJr.1263

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
LEGUMINOSAE		
Caesalpinioideae		
Bauhinia sp. 2	N4	sight record
Bauhinia ungulata L.	N4	DJr.1249
Copaifera langsdorffi Desf.	N4	sight record
Dimorphandra mollis Bth.	N4	sight record
Faboideae		
Dypterix alata Vog.	N4	sight record
Erythrina sp.	N4	DJr.1236
Ormosia fastigiata Tul.	N4	DJr.1262
Platypodium cf. *elegans* Vog.	N4	DJr.1242
Tipuana sp.	N4	sight record
LIMNOCHARITACEAE		
Limnocharis laforestii Duch.	N4	sight record
MALPIGHIACEAE		
Banisteriopsis anisandra (A. Juss.) B. Gates	N4	DJr.1218
Mascagnia grulleminiana A. Juss.	N4	DJr.1239
MALVACEAE		
Sida sp.	N4	sight record
MARCGRAVIACEAE		
Norantea goyazensis Camb.	N4	DJr.1254
MELASTOMATACEAE		
Clidemia sp.	N4	sight record
Macairea radula (Barpl.) DC.	N4	DJr.1250
Miconia albicans (Sw.) Triana	N4	sight record
Miconia chamissonis Naud.	N4	DJr.1251
Miconia stenostachya DC.	N4	DJr.1220
Rhynchanthera hispida Naud.	N4	DJr.1224
Tibouchina sp.	N4	sight record
MELIACEAE		
Genus indet.	N4	sight record
MENISPERMACEAE		
Abuta grandiflora (Mart.) Sandw.	N4	DJr.1229
MONIMIACEAE		
Siparuna sp.	N4	sight record
MORACEAE		
Genus indet.	N4	sight record
MYRTACEAE		
Campomanesia sp.	N4	sight record
Psidium sp.	N4	sight record
OCHNACEAE		
Ouratea castanaefolia Engl.	N4	DJr.1219
OLACACEAE		
Heisteria ovata Benth.	N4	DJr.1247

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
ONAGRACEAE		
Ludwigia leptocarpa (Nutt.) Hara	N4	DJr.1237
Ludwigia nervosa (Poir) Hara	N4	DJr.1226
Ludwigia octovalvis (Jack.) Raven	N4	sight record
OPILIACEAE		
Agonandra brasiliensis Miers	N4	sight record
POLYGONACEAE		
Coccoloba sp.	N4	sight record
Polygonum punctatum Elliot.	N4	sight record
Pityrogramma calomelanos (L.) Link	N4	sight record
PROTEACEAE		
Roupala montana Aubl.	N4	sight record
RHAMNACEAE		
Rhamnidium elaeocarpum Reiss.	N4	sight record
RUBIACEAE		
Alibertia edulis (L.C. Rich) A. Rich. ex DC.	N4	DJr.1266
Alibertia sessilis (Vell.) Schum.	N4	DJr.1246
Coutarea?	N4	DJr.1223
Psychotria carthagenensis Jacq.	N4	sight record
Randia armata (Sw.) DC.	N4	sight record
Rudgea sp.	N4	sight record
Genus indet.	N4	sight record
SAPINDACEAE		
Matayba guianensis Aubl.	N4	sight record
Serjania sp.	N4	sight record
SAPOTACEAE		
Crysophyllum sp.	N4	sight record
Micropholis venulosa (Mart. & Eichl.) Pierre	N4	DJr.1258
Pouteria sp.	N4	sight record
SCROPHULARIACEAE		
Bacopa australis	N4	sight record
Bacopa stricta (Schrad.) Wettst. ex Edwall	N4	DJr.1216
Buchnera cf. *lavandulacea* Cham & Schltol	N4	DJr.1253
SIMAROUBACEAE		
Simarouba sp.	N4	sight record
SIPARUNACEAE		
Siparuna guianensis Aubl.	N4	DJr.1267
SMILACACEAE		
Smilax sp.	N4	sight record
SOLANACEAE		
Brunfelsia sp.	N4	sight record
Cestrum sendtnerianum Mart.	N4	DJr.1259
STERCULIACEAE		
Helicteres lhotzkyana Schum.	N4	DJr.1217
Melochia sp.	N4	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
TILIACEAE		
Luehea sp.	N4	sight record
ULMACEAE		
Celtis sp.	N4	sight record
VOCHYSIACEAE		
Vochysia hankeana Mart.	N4	DJr.1255
XYRIDACEAE		
Xyris fallax Malme	N4	DJr.1252
EUPHORBIACEAE		
Margaritaria sp.	N6	sight record
LEGUMINOSAE		
Mimosoideae		
Inga aff. *marginata* Willd.	N6	sight record
MYRTACEAE		
Myrcia sp.	N6	sight record
POLYGONACEAE		
Coccoloba mollis Casar.	N6	sight record
POLYPODIACEAE		
Microgramma vaccinifolia (Langerd & Fischer) Copeland	N6	sight record
RUBIACEAE		
Coussarea sp.	N6	sight record
UMBELLIFERAE		
Eryngium sp.	N6	sight record
ARECACEAE		
Attalea phalerata Mart.	N9	sight record
BIGNONIACEAE		
Tabebuia sp.	N9	sight record
BROMELIACEAE		
Bromelia balansae Mez.	N9	sight record
CECROPIACEAE		
Cecropia pachystachya Trécul	N9	sight record
COMBRETACEAE		
Combretum sp.	N9	sight record
COMPOSITAE		
Elephantopus riparius Gardn	N9	sight record
Vernonia brasiliana (L.) Druce	N9	sight record
DILLENIACEAE		
Doliocarpus sp.	N9	sight record
Tetracera sp.	N9	sight record
EUPHORBIACEAE		
Croton urucurana Baill.	N9	sight record
Jathropha sp.	N9	sight record
Sapium longifolium (Muell.-Arg.) Hub.	N9	sight record

Taxa Grupos taxonômicos	Georeference Number Número de Georeferência	Evidence Evidência
GUTTIFERAE		
Calophyllum brasiliense Camb.	N9	sight record
LEGUMINOSAE		
Faboideae		
Desmodium incanum (Sw.) DC.	N9	sight record
Macherium sp.	N9	sight record
Mimosoideae		
Albizia niopioides (Spr. Ex Benth.) Burk.	N9	sight record
Albizia saman (Jacq.) F. v. M.	N9	sight record
Inga vera Willd	N9	sight record
Mimosa sp.	N9	sight record
MALPIGHIACEAE		
Tetrapteris?	N9	sight record
MALVACEAE		
Sida sp.	N9	sight record
MELASTOMATACEAE		
Miconia sp.	N9	sight record
MORACEAE		
Ficus cf. *insipida* Willd.	N9	sight record
MYRTACEAE		
Eugenia sp.	N9	sight record
Genus indet.	N9	sight record
ONAGRACEAE		
Ludwigia laguneae (Morong) Hara	N9	sight record
POLYGONACEAE		
Triplaris sp.	N9	sight record
RUBIACEAE		
Chomelia sp.	N9	sight record
Genipa americana L.	N9	sight record
Psychotria carthagenensis Jacq.	N9	sight record
SAPOTACEAE		
Pouteria torta (Mart.) Radlk	N9	sight record
SMILACACEAE		
Smilax cf. *fluminensis* Steud.	N9	sight record
STERCULIACEAE		
Guazuma ulmifolia Lam.	N9	sight record
Melochia sp.	N9	sight record
VERBENACEAE		
Stachytarpheta sp.	N9	sight record
VOCHYSIACEAE		
Vochysia divergens Pohl	N9	sight record

List of plants collected by the Brasilian Botanical Team during the 1998 AquaRAP Survey (Rio Negro team).

APPENDIX 4

Relação de plantas coletadas pela Equipe Brasileira de Botânica durante a pesquisa do AquaRAP 1998 (equipe do Rio Negro).

APÊNDICE 4

Vali J. Pott, and Suzana de Salis

Collection numbers 3482 to 3755 are of Vali Pott and 1051 to 1096 of Suzana de Salis, EMBRAPA -Corumbá.

As coletas de números 3482 a 3755 são de Vali Pott e de 1051 a 1096 de Suzana de Salis, EMBRAPA -Corumbá.

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
ACANTHACEAE	
Geissomeria cincinnata Nees	3523, GALLERY FOREST
Hygrophila guyanensis Nees	3653, 3561, RIVERBANK AND FLOODPLAIN - Pantanal
Lophostachys sp.	3549, ROCK OUTCROP ON RIVERSIDE
Ruellia bahiensis (Nees) Mer.	3575, GALLERY FOREST WITH ROCK OUTCROP
Ruellia sp.	3488, GALLERY FOREST
Staurogyne diantheroides Lind.	3623, HUMID BORDER OF CORIXO
ADIANTACEAE	
Adiantum sp.	3587, BORDER OF GALLERY FOREST CLOSE TO WATERFALL
ALISMATACEAE	
Echinodorus paniculatus Micheli	3643, BACKSWAMP ON GALLERY FOREST - Pantanal
Sagittaria rhombifolia Cham.	3627, 1076, BORDER OF VAZANTE AND POND WITH MACROPHYTES
ALSTROMERIACEAE	
Alstroemeria sp.	3565, BORDER OF GALLERY FOREST
AMARANTACEAE	
Gomphrena vaga Mart.	3559, RIVERBANK ON BORDER OF GALLERY FOREST
Gomphrena elegans Mart.	3652, RIVERBANK AND FLOOPLAIN - Pantanal
Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen	3651, RIVERBANK AND FLOOPLAIN - Pantanal
ANNONACEAE	
Unonopsis lindmanii Fries	1059, GALLERY FOREST
APOCYNACEAE	
Forsteronia pubescens A. DC.	3554, GALLERY FOREST
ARISTOLOCHIACEAE	
Aristolochia ridicula N.E.Brown	3660, ROADSIDE - Pantanal
Aristolochia esperanzae Kze	1060, GALLERY FOREST
ASCLEPIADACEAE	
Marsdenia sp.	3499, GALLERY FOREST

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
AZOLLACEAE	
Azolla filiculoides Lam.	3703, OXBOW LAKE AT LOW WATER - Pantanal
BIGNONIACEAE	
Anphilophyum sp.	3524, GALLERY FOREST
Arrabidaea sp.	3537, GALLERY FOREST
Tabebuia sp.	3517, RIVERBANK
cf. *Melloa* sp.	3546, RIVERBANK
BOMBACACEAE	
Eriotheca gracilipes (Schum.) Robyns	3689, WOODLAND
BORAGINACEAE	
Cordia naidophila Johnston	3588, BORDER OF GALLERY FOREST CLOSE TO WATERFALL
Cordia sellowiana Cham.	3490, GALLERY FOREST
Heliotropium sp.	3536, DISTURBED BANK OF GALLERY FOREST
Tournefortia sp.	3503, GALLERY FOREST
BROMELIACEAE	
Dyckia sp.	3590, CLIFF OF WATERFALL
Tillandsia sp.	3630, BORDER OF VAZANTE OF *LICANIA PARVIFLORA* AND *CALLOPHYLLUM* - Pantanal
Tillandsia duratii Vis.	3564, FOREST
Tillandsia loliacea Mart. ex Schult. f.	1067, GALLERY FOREST
CABOMBACEAE	
Cabomba furcata Schult. & Schult. f.	3628, CORIXO
CANNACEAE	
Canna glauca L.	3664, BACKSWAMP - Pantanal
CAMPANULACEAE	
Lobelia aquatica Cham.	1087, POND BORDER
CERATOPHYLLACEAE	
Ceratophyllum submersum (Gray) Wilmot-Dear	3755, POND, WITH AQUATIC VEGETATION, COVERED WITH *WOLFFIA BRASILIENSIS*
CHARACEAE	
Nitella cf. *furcata* (Roxb.) C. Agardh em. R. D. Wood	3601, RIVER WITH BEACH, AND SLOW FLOW
COMBRETACEAE	
Terminalia sp.	3569, BORDER OF GALLERY FOREST
COMMELINACEAE	
Commelina schomburgkiana Klotzsch ex Seub.	3516, RIVERBANK
Floscopa sp.	3566, BORDER OF GALLERY FOREST
Murdannia nudiflora (L.) Bren.	3618, HUMID BORDER OF CORIXO
COMPOSITAE	
*Ageratum conyzoide*s L.	3493, RUDERAL IN GALLERY FOREST
Eclipta prostrata (L.) L.	3562, RIVERBANK OF GALLERY FOREST BORDER
Wedelia cf. *paludosa*	3487, RUDERAL ON BORDER OF GALLERY FOREST
CONVOLVULACEAE	
Ipomoea cf. *asarifolia* (Desf.) R. & S.	3648, GALLERY FOREST - Pantanal
CUCURBITACEAE	
Melothria fluminensis Gard.	3519, RUDERAL ON BORDER OF GALLERY FOREST

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
CYPERACEAE	
Cyperus diffusus Vahl	3578, BORDER OF GALLERY FOREST
Cyperus cf. *ligularis* L.	3800, OXBOWLAKE AT LOW WATER - Pantanal
Cyperus sesquiflorus (Torr.) Mattf. & KiiK.	3525, GALLERY FOREST
Cyperus surinamensis Rottb.	3593, RUDERAL ON BEACH OF RIVERSIDE
Cyperus sp.	1075, POND WITH MACROPHYTES -Pantanal
Eleocharis elegans (H.B.K.) R. & S.	3682, CLEAR WATER CREEK, 20 CM DEEP IN WOODLAND - Pantanal
Eleocharis cf. *filiculmis* Kunth	3749, HUMID ROCKY BORDER OF VEREDA OF BURITI PALM (*Mauritia*)
Eleocharis minima Kunth	3621, HUMID BORDER OF CORIXO - Pantanal
Fimbristylis autumnalis (L.) R. & S.	3704, BEACH ON BORDER OF CORIXO - Pantanal
Rhynchospora corymbosa (L.) Britt.	3663, HUMID FIELD CLOSE TO RIVER BANK - Pantanal
Rhynchospora cf. *tenuis* Link	3685, CLEAR WATER CREEK, 20 CM DEEP IN WOODLAND - Pantanal
Rhynchospora corymbosa (L.) Britt.	3561, RIVERBANK ON BORDER OF GALLERY FOREST
DROSERACEAE	
Drosera sp.	3751, HUMID BORDER OF VEREDA IN WOODLAND
ELAEOCARPACEAE	
Sloanea sp.	3624, BORDER OF CORIXO
ERIOCAULACEAE	
Syngonanthus cf. *gracilis* Mart.	3679, HUMID BORDER OF ROCKY STREAM ON VEREDA OF BURITI PALM
cf. *Syngonanthus* sp.	3683, CLEAR WATER CREEK, 20 CM DEEP IN CERRADO WOODLAND
cf. *Syngonanthus* sp.	3684, CLEAR WATER CREEK, 20 CM DEEP IN CERRADO WOODLAND
ERYTHROXYLACEAE	
Erythroxylum suberosum A.St.-Hil.	3570, BORDER OF GALLERY FOREST
EUPHORBIACEAE	
Acalypha sp.	3527, GALLERY FOREST
Acalypha cf. *arvensis* Poepp. & Endl.	3502, GALLERY FOREST
Caperonia castaneifolia (L.) A.St.-Hil.	3635, OPEN GALLERY FOREST - Pantanal
cf. *Margaritaria* sp.	3574, GALLERY FOREST ROCK OUTCROP
cf. *Plukenetia* sp.	3584, ROCKY GALLERY FOREST
Julocroton argenteus (L.) Diedr.	3705, WETLAND -Pantanal
Phyllanthus amarus Schum. & Thon.	1081, POND BORDER - Pantanal
Phyllanthus orbiculatus L. C. Rich.	1064, GALLERY FOREST - Pantanal
Sebastiania sp.	3553, GALLERY FOREST
FLACOURTIACEAE	
Casearia sylvestris Sw.	3557, GALLERY FOREST
GENTIANACEAE	
Coutobea ramosa Aubl.	3615, HUMID BORDER OF CORIXO
Schultesia sp.	3616, HUMID BORDER OF CORIXO
GLEICHENIACEAE	
Dicranopteris sp.	3687, BORDER OF STREAM, IN CERRADO WOODLAND
GRAMINEAE	
Acroceras zizanioides (H.B.K.) Dandy	3552, ROCK OUTCROP ON RIVERSIDE
Cynodon dactylon (L.) Pers.	3596, RUDERAL ON BEACH OF RIVER BORDER
Digitaria sp.	3597, RUDERAL ON RIVER BORDER BEACH
Elyonurus muticus (Spr.) Kunth	3753, *ELYONURUS* GRASSLAND - Pantanal

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
Brachiaria subquadripara (Trin.) Hitchc.	3595, RUDERAL ON RIVER BORDER BEACH
Eriochloa punctata (L.) Desv.	3658, SANDY RIVER BANK -Pantanal
Eriochrysis sp.	3600, ROCKY
Gynerium sagittatum (Aubl.) Brauv.	3740, RIVERBANK
Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees	3544, RIVERBANK
Hymenachne donacifolia (Raddi) Chase	3535, DISTURBED BANK OF GALLERY FOREST
Panicum cf. *dichotomiflorum* Michx.	3706, BORDER OF CORIXO -Pantanal
Panicum elephantipes Nees	3702, SANDY RIVERBANK -Pantanal
Panicum rivulare Trin.	3650, 3665, RIVERBANK AND FLOOPLAIN -Pantanal
Panicum sp.	3656, RIVER BORDER WITH EMERGENT MACROPHYTES -Pantanal
Panicum sp.	3659, SANDY RIVERBANK -Pantanal
Panicum sp.	3560, RIVERBANK IN BORDER OF GALLERY FOREST
cf. *Panicum* sp.	3548, ROCK OUTCROP ON RIVERSIDE
Schizachyrium sp.	3745, BORDER OF VEREDA OF BURITI IN WOODLAND
GUTTIFERAE	
Callophyllum brasiliense Camb.	3633, BORDER OF VAZANTE WITH *LICANIA PARVIFLORA* - Pantanal
HIPPOCRATEACEAE	
Hippocratea sp.	3495, GALLERY FOREST
Hippocratea volubilis L.	3563, 1058, RIVERBANK ON BORDER OF GALLERY FOREST
HYDROCHATITACEAE	
Egeria najas Planch.	3612, CORIXO WITH MACROPHYTES -Pantanal
Ottelia brasiliensis (Planch.) Walpers	3482, ROAD DAM ON VEREDA OF BURITI, 1.5-2 M DEEP
HYDROPHYLLACEAE	
Hydrolea spinosa L.	3609, HUMID CORIXO BORDER - Pantanal
ISOETACEAE	
Isoëtes pedersinii Hickey sp. nov.	1054, SANDY BEACH OF CORIXO WITH *ELEOCHARIS MINIMA* -Pantanal
LABIATAE	
Hyptis microphylla Pohl. ex Benth.	3629, BORDER OF CORIXO -Pantanal
LAURACEAE	
Ocotea sp.	3507, GALLERY FOREST
LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDEAE	
Bauhinia sp.	3506, GALLERY FOREST
Bauhinia bauhinioides (Mart.) Macbr.	1062, GALLERY FOREST
Bauhinia glabra Jacq.	3572, SECONDARY VEGETATION IN CLEARED CERRADO WOODLAND
Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	3586, SECONDARY VEGETATION IN CLEARED CERRADO WOODLAND
Chamaecrista rotundifolia (Pers.) Greene	3500, RUDERAL ON BORDER OF GALLERY FOREST
Copaifera martii Hayne	3577, GALLERY FOREST WITH ROCKY OUTCROP
Dialium guianense (Aubl.) Sandw.	3513, RIVERBANK
LEGUMINOSAE - FABOIDEAE	
Aeschynomene cf. *sensitiva* Sw.	3545, RIVERBANK
Aeschynomene fluminensis Vell.	3667, FLOODPLAIN - Pantanal
Arachis apressipila Krapovickas & Gregory	3534, ROADSIDE
Camptosema ellipticum (Desv.) Burk.	3583, GALLERY FOREST
Clitoria falcata Lam.	1089, FLOODPLAIN WITH *ELEOCHARIS MINIMA*
Dioclea cf. *burkatii* (L.) Benth.	3599, WOODLAND
Erythrina sp.	3739, ROADSIDE

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
Machaerium aculeatum Raddi	3508, GALLERY FOREST
Mucuna sp.	3591, GALLERY FOREST WITH ROCKY OUTCROP
Platypodium elegans Vog.	3746, BORDER OF CERRADO AND WOODLAND
Sesbania exasperata H.B.K.	3631, BORDER OF VAZANTE OF *LICANIA PARVIFLORA* AND *CALLOPHYLLUM* -Pantanal
Vigna lasiocarpa (Benth.) Verd.	1093, BORDER OF GALLERY FOREST -Pantanal
Vigna adenantha (Mayer) Marech.	1091, BORDER OF GALLERY FOREST - Pantanal
LEGUMINOSAE - MIMOSOIDEAE	
Calliandra sp.	3688, BORDER OF STREAM, IN WOODLAND, IN VEREDA WITHOUT BURITI
cf. *Acacia* sp.	3533,GALLERY FOREST
Inga aff. *marginata* Willd.	3582, GALLERY FOREST
Inga vera ssp. *affinis*	3489, GALLERY FOREST
Mimosa aff. *sensibilis* Griseb.	3530, DISTURBED RIVERBANK
Mimosa cf. *adenocarpa* Benth.	3543, RIVERBANK
Mimosa sp.	3672, DISTURBED BORDER OF GALLERY FOREST
LEMNACEAE	
Lemna minuta H.B.K.	1095, BACKSWAMP - Pantanal
Wolffia brasiliensis Wedd.	3754, POND - Pantanal
Wolffiella oblonga (Phil.) Hegrlm.	1096, BACKSWAMP - Pantanal
LENTIBULARIACEAE	
Utricularia cf. *pusilla* Vahl	3678, HUMID BORDER OF ROCKY VEREDA STREAM
Utricularia poconensis Fromm-Trinta	1082, POND WITH MACROPHYTES -Pantanal
LIMNOCHARITACEAE	
Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buch.	1084, POND WITH MACROPHYTES -Pantanal
Limnocharis flava (L.) Buch.	1066, RIVER BEACH - Pantanal
Limnocharis laforestii Duchass.	3592, SHALOW RIVER SIDE
LYTHRACEAE	
Cuphea melvilla Lindl.	3657, 1051, BORDER OF GALLERY FOREST - Pantanal
Cuphea sp.	3501, RUDERAL ON GALLERY FOREST BORDER
MALPIGHIACEAE	
Banisteriopsis sp.	3486, GALLERY FOREST
Hiraea sp.	3528, GALLERY FOREST
Mascagnia cf. *benthamiana* (Gris.)Anderson	3636, DISTURBED GALLERY FOREST
Stigmaphyllum sp.	3520, GALLERY FOREST
Stigmaphyllum sp.	3547, GALLERY FOREST
Tetrapteris sp.	3483, GALLERY FOREST
Dicella macropthera Adr. Juss.	3567, BORDER OF GALLERY FOREST
MALVACEAE	
Hibiscus sororius L.f.	3644, BACKSWAMP ON GALLERY FOREST - Pantanal
Hibiscus striatus Cav.	3645, BACKSWAMP ON GALLETY FOREST - Pantanal
Pavonia hexaphylla (Moore) Krap.	3748, BORDER OF VEREDA OF BURITI (*Mauritia vinifera*)
Sida sp.	3538, DISTURBED BORDER OF GALLERY FOREST
Urena lobata L.	3509, RUDERAL ON BORDER OF GALLERY FOREST
MAYACACEAE	
Mayaca fluviatilis Aubl.	3742, 3625, STREAM IN VEREDA OF BURITI, AND BORDER OF VAZANTE - Pantanal

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
MELASTOMATACEAE	
Clidenia sp.	3515, ERODED SIDE OF RIVERBANK
Desmocelis villosa (Aubl.) Naud.	3675, ROCKY BORDER OF STREAM IN DISTURBED VEREDA OF BURITI
Miconia sp.	3571, BORDER OF GALLERY FOREST
Miconia sp.	3634, BORDER OF VAZANTE WITH *LICANIA PARVIFLORA* - Pantanal
cf. *Miconia* sp.	3686, BORDER OF STREAM, IN WOODLAND, IN VEREDA WITHOUT BURITI
Mouriri guianensis Aubl.	1055, BEACH WITH *ELEOCHARIS MINIMA*- Pantanal
Rhychanthera novemnervia DC.	1077, FLOODPLAIN ON POND MARGIN - Pantanal
MENISPERMACEAE	
Cissampelos pareira L.	3649, GALLERY FOREST
Odontocarya tamoides (DC) Miers	1092, BORDER OF GALLERY FOREST - Pantanal
MORACEAE	
Ficus cf. *trigonata* L.	3497, GALLERY FOREST
Ficus insipida Willd.	3492, GALLERY FOREST
Maclura tinctoria (L.) Engler	3505, GALLERY FOREST
Sorocea ilicifolia Miq.	3558, GALLERY FOREST
MYRTACEAE	
Eugenia sp.	3514, RIVERBANK
Eugenia sp.	3580, BORDER OF GALLERY FOREST
Eugenia sp.	3637, DISTURBED GALLERY FOREST
Eugenia sp.	3673, DISTURBED BORDER OF GALLERY FOREST
Eugenia cf. *pitanga* (Berg) Nied.	3747, VEREDA OF BURITI PALM (*Mauritia vinifera*)
Myrcia fallax (Rich.) DC.	3607, GALLERY FOREST
cf. *Myrcia* sp.	3568, BORDER OF GALLERY FOREST
Psidium kennedianum Morong	1072, GALLERY FOREST - Pantanal
OCHNACEAE	
Ouratea sp.	3598, GALLERY FOREST
Sauvagesia erecta L.	3556, ROCK OUTCROP ON RIVERSIDE
ONAGRACEAE	
Ludwigia leptocarpa (Nutt.) Hara	3613, 1078, RIVER BORDER AND POND BORDER IN FLOODPLAIN
Ludwigia decurrens Walt.	3540, BORDER OF GALLERY FOREST
Ludwigia elegans (Camb.) Hara	3666, BORDER OF WATER STREAM - Pantanal
Ludwigia inclinata (L.f.) P.H.Raven	3610, LOW RIVER BORDER WITH MACROPHYTES - Pantanal
Ludwigia lagunae (Morong) Hara	3510, RUDERAL, ON BORDER OF GALLERY FOREST
Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H.Raven	3512, 3701, SANDY RIVER BORDER OF GALLERY FOREST - Pantanal
OPHIOGLOSSACEAE	
Ophioglossum crotalophoroides Walter	1088, BACKSWAMP WITH *ELEOCHARIS MINIMA* - Pantanal
OXALIDACEAE	
Oxalis sp.	3522, GALLERY FOREST
PARKERIACEAE	
Ceratopteris pteridoides (Hook.l) Hieron.	3707, CORIXO WITH AQUATIC MACROPHYTES - Pantanal
PASSIFLORACEAE	
Passiflora misera H.B.K.	1063, GALLERY FOREST - Pantanal
Passiflora giberti N. E. Brown	1094, BORDER OF GALLERY FOREST - Pantanal
PIPERACEAE	
Piper sp.	3529, GALLERY FOREST

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
Piper cf. *tuberculatum* Jacq.	3504, GALLERY FOREST
PODOSTEMACEAE	
Non identified	3602, STREAMY WATERFALL
Non identified	3603, STREAMY WATERFALL
POLYGALACEAE	
Polygala timoutoides Chod.	1071, WETLAND Pantanal
POLYGONACEAE	
Coccoloba mollis Casar.	3585, ROCKY FOREST
Polygonum sp.	3611, RIVER BORDER WITH AQUATIC MACROPHYTES
Polygonum sp.	3700, SANDY BORDER OF RIVER - Pantanal
Polygonum acuminatum H.B.K.	3662, BORDER OF RIVER WITH MACROPHYTES
Polygonum hidropiperoides Michx.	3608, 3626, RIVER AND VAZANTE BORDER WITH MACROPHYTES – Pantanal
Polygonum punctatum Ell.	3668, 3594, BORDER OF RIVER AND SWAMP - Pantanal
Triplaris americana L.	3531, 3532, GALLERY FOREST
PONTEDERIACEAE	
Pontederia cordata v. *ovalis* Mart.in Roem. & Schult.	3681, CLEAR WATER CREEK, IN CERRADO WOODLAND
RICCIACEAE	
Riccia sp.	3632, HUMID BORDER OF VAZANTE - Pantanal
RUBIACEAE	
Alibertia sp.	3576, GALLERY FOREST WITH ROCK OUTCROP
Borreria sp.	3496, BANK OF GALLERY FOREST
Borreria sp.	3526, GALLERY FOREST
Coussarea cf. *hydrangeifolia* Benth.	3573, GALLERY FOREST WITH ROCK OUTCROP
Diodia kuntzei K.Schum.	3620, HUMID BORDER OF CORIXO - Pantanal
Geophila repens Johnston	3521, GALLERY FOREST
Manetia cordifolia Mart.	3542, GALLERY FOREST
Palicourea crocea (Sw.) R. & S.	3647, GALLERY FOREST - Pantanal
Palicourea sp.	1056, GALLERY FOREST - Pantanal
Psychotria carthagenensis Jacq.	1057, GALLERY FOREST - Pantanal
Randia armata (Sw.) DC.	3484, GALLERY FOREST 3550, ROCK OUTCROP ON RIVERSIDE
SALVINIACEAE	
Salvinia auriculata Aubl.	1085, POND WITH MACROPHYTES
SAPINDACEAE	
Serjania caracasana (Jacq.) Willd.	3485, 3541, GALLERY FOREST
SAPOTACEAE	
Pouteria torta (Mart.) Radlk.	3638, GALLERY FOREST
SCROPHULARIACEAE	
Agallinis glandulosa (G.M. Barroso)V.C.Souza	3738, HUMID BORDER OF CORIXO
Angelonia salicariaefolia Humb. & Bonpl.	3752, FLOODPLAIN - Pantanal
Bacopa arenaria (J.A.Schmidt) Edwall	3622, 1086, POND MARGIN AND CORIXO BORDER
Bacopa australis V.C. Souza	1065, GALLERY FOREST - Pantanal
Bacopa myriophylloides (Benth.) Wettst.	3619, 1080, HUMID BORDER OF CORIXO AND POND BORDER - Pantanal
Bacopa salzmannii (Benth.) Wettst. ex Edwall	3743, 3677, HUMID ROCKY BORDER IN VEREDA OF BURITI = *MAURITIA VINIFERA*
Scoparia dulcis L.	3494, RUDERAL IN GALLERY FOREST

TAXA GRUPO TAXONÔMICO	HABITAT HÁBITAT
SELAGINELLACEAE	
Selaginella sp.	3744, GALLERY FOREST IN WOODLAND
SCHIZACEAE	
Lygodium polymorphum (Cav.) H.B.K.	3640, DISTURBED GALLERY FOREST
SMILACACEAE	
Smilax fluminensis Steud.	3741, 1069, GALLERY FOREST AND WETLAND - Pantanal
Solanum cf. *jamaicence* Mill.	3614, MARGIN OF RIVER BANK WITH MACROPHYTES
Cestrum sp.	3661, FLOODPLAIN ALONG CORIXO - Pantanal
STERCULIACEAE	
Melochia arenosa Benth.	3617, 3646, HUMID BORDER OF CORIXO AND BACKSWAMP - Pantanal
Waltheria indica L.	3491, RUDERAL ON BORDER OF GALLERY FOREST
Waltheria sp.	3639, DISTURBED GALLERY FOREST
Sterculia apetala (Jacq.) Karst	3518, GALLERY FOREST
TEOPHRASTACEAE	
Clavija nutans (Vell.) Stahl	1061, GALLERY FOREST - Pantanal
TURNERACEAE	
Turnera cf. *melochioides* Camb.	3674, DISTURBED BORDER OF GALLERY FOREST
UMBELLIFERAE	
Eryngyum ebracteatum Lam.	3579, SANDY RIVER DEPOSITON ON ROCKS WITH ORGANIC MATER
USNEACEAE	
Usnea barbata L.	1073, GALLERY FOREST - Pantanal
VERBENACEAE	
Aloysia virgata (R. & P.) A.Juss.	3511, BORDER OF GALLERY FOREST
VIOLACEAE	
Hybanthus communis (A.St.-Hil.) Taub.	3539, BORDER OF GALLERY FOREST
XYRIDACEAE	
Xyris cf. *jupicai* L.C. Rich	1079, POND BORDER ON FLOODPLAIN - Pantanal

Descriptions of crustacean species collected from the Pantanal. APPENDIX 5

Descrição de espécies de crustáceos coletados no Pantanal. APÊNDICE 5

Célio Magalhães

The list below presents the crustacean (decapods), found during the AquaRAP expedition in Pantanal (August-September, 1998). Brief information is given for each species on habitat, microhabitat, general geographic distribution, occurrence in Pantanal and surrounding areas and other general observations.

Family Palaemonidae (fresh water shrimp)

Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862)

Found in river, baía, remanso and swamp, sandy and silty beaches, aquatic vegetation, and marginal vegetation habitat. Wide distribution: Orinoco, Amazon, São Francisco, Paraná/Paraguai basins, north and northeast coastal areas of South America, Rio Paraguai (Cáceres and Descalvado), Rio Miranda, Rio Negro and Rio Taboco. The 507 specimens collected are generally associated with the roots of floating macrophytes. Reproduction is usually continuous throughout the year with egg-carrying female.

Macrobrachium brasiliense (Heller, 1862)

Found in river and creek, submersed leaf litter, aquatic vegetation, marginal vegetation, rocky substrate, and woody debris habitat. Wide distribution: Orinoco, Amazon, São Francisco, Paraná/Paraguai basins, north and northeast coastal areas of South America, southwest of Mato Grosso, Rio Cuiabá and Rio Taquari, as well as the Rio Miranda and Rio Negro watersheds. Of the 140 specimens collected, juveniles and immature specimens were found in submersed leaf litter and on vegetation, while adults occupy enclosed habitats, like slits and holes in rocks and submersed wood. Only one female with eggs was captured.

Macrobrachium jelskii (Miers, 1877)

Found in river, aquatic and marginal vegetation habitats. Wide distribution: Orinoco, Amazon, São Francisco and Paraguai basins, north and northeast coastal areas of South America, southwestern Mato Grosso and the Rio Taboco. The 143 specimens collected are always associated with aquatic and marginal vegetation. Several females showed signs of recent egg laying activity, but only one bearing eggs was captured.

Palaemonetes ivonicus (Holthuis, 1950)

Found in swamp habitat and aquatic vegetation. Wide distribution: Orinoco, Amazon, Paraguai basins, southwestern Mato Grosso, and the Rio Negro watershed. Of the 93 specimens, mainly immature specimens and juveniles were captured in shallow water swamps among the roots of floating macrophytes (mainly *Eichhornia* sp.).

Pseudopalaemon sp. 1

Found in remanso, submersed leaf litter, and aquatic vegetation habitats. Restricted distribution: Rio Negro watershed. The 56 specimens collected were mainly juvenile and immature specimens, with two females showing signs of recent egg laying activity. The forms were characterized by the absence of mandible palls, arched rostrum and pereiopod 2 with long carpus. Possibly a taxon not previously described by science.

Pseudopalaemon sp. 2

Found in river, remanso, submersed leaf litter, aquatic and marginal vegetation environments. Restricted distribution: upper Rio Miranda and Rio Negro watershed. Of the 36 specimens collected, mainly juveniles and immature specimens were found. The body is characterized by absence of mandible palps, a straight rostrum and pereiopod 2 with short carpus. Possibly a taxon not yet described by science.

Family Trichodactylidae (fresh water crabs)

Dilocarcinus pagei (Stimpson, 1861)

Found in remanso, creek, and aquatic vegetation habitats. Wide distribution: Amazon, lower Paraná basin, southwestern Mato Grosso, Rio Paraguai, Poconé Pantanal, Rio Bento Gomes, Rio Taquari, Rio Miranda, and Rio Negro, as well as the Pantanal of Nhecolândia. The 29 specimens collected were juveniles and adults, always associated with aquatic vegetation. No females bearing eggs were discovered.

Sylviocarcinus australis (Magalhães & Türkay, 1996)

Found in river, creek, remanso, swamp, beach, gully, aquatic vegetation, and woody debris habitat. Wide distribution: Amazon, Rio Paraguai, middle and lower Paraná basins; Rio Taquari, Rio Negro and Rio Miranda. Of the 41 specimens collected, both juveniles and adults were present and two were females bearing eggs. The species showed a preference for roots of floating macrophytes (*Eichhornia* spp.) and dead leaves of submersed litter. They are occassionally found in slits and holes of trunks and rotten branches, submerged or above water.

Valdivia camerani (Nobili, 1896)

Found in river and woody debris habitat. Distribution: middle Rio Paraná; southwestern Mato Grosso, Rio Paraguai, Poconé Pantanal, Rio Negro, and Rio Miranda. Only one specimen was collected, an immature female found in a hole in a rotten submerged trunk on the river bank.

A relação abaixo apresenta os crustáceos (decápodes) encontrados durante a expedição do AquaRAP no Pantanal (de agosto a setembro de 1998). De cada espécie, são dadas breves informações sobre hábitat, micro-hábitat, distribuição geográfica geral, ocorrência no Pantanal e áreas vizinhas e outras observações gerais.

Família Palaemonidae (camarão de água doce)

Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862)

Encontrado em hábitat de vegetação aquática e vegetação ribeirinha, praias arenosas e siltosas de rios, baías, remansos e pântanos. Ampla distribuição: bacias do Orinoco, Amazonas, São Francisco, Paraná/Paraguai, áreas costeiras do norte e nordeste da América do Sul, Rio Paraguai (Cáceres e Descalvado), Rio Miranda, Rio Negro e Rio Taboco. Os 507 espécimens coletados estão geralmente associados às raízes dos macrófitos flutuantes. Sua reprodução é normalmente contínua durante todo o ano, com a fêmea portando os ovos

Macrobrachium brasiliense (Heller, 1862)

Encontrado em hábitat de serrapilheiras submersas, vegetação aquática, vegetação ribeirinha, substrato rochoso, e restos lenhosos de rios e riachos. Ampla distribuição: bacias do Orinoco, Amazonas, São Francisco, Paraná/Paraguai, áreas costeiras do norte e nordeste da América do Sul, sudoeste do Mato Grosso, Rio Cuiabá e Rio Taquari, assim como divisores de águas dos Rio Miranda e Negro. Dos 140 espécimens coletados, espécimens juvenis e imaturos foram encontrados em serrapilheira submersa e na vegetação, enquanto adultos ocupam hábitats fechados, como fendas e orifícios em rochas e madeira submersa. Apenas uma fêmea com ovos foi capturada.

Macrobrachium jelskii (Miers, 1877)

Encontrado em hábitats de vegetação aquática e ribeirinha de rios. Ampla distribuição: bacias do Orinoco, Amazonas, São Francisco e Paraguai, áreas costeiras do norte e nordeste da América do Sul, sudoeste do Mato Grosso e Rio Taboco. Os 143 espécimens coletados estão sempre associados à vegetação aquática e ribeirinha. Várias fêmeas mostraram sinais de recente atividade de postura de ovos, contudo foi capturada somente uma portando ovos.

Palaemonetes ivonicus (Holthuis, 1950)

Encontrado em hábitat de pântano e vegetação aquática. Ampla distribuição: bacias do Orinoco, Amazonas, Paraguai, sudoeste do Mato Grosso, e divisor de águas do Rio Negro. Dos 93 espécimens, a maior parte era de espécimens imaturos e juvenis capturados em pântanos de águas rasas entre as raízes de macrófitos flutuantes (principalmente *Eichhornia* sp.).

Pseudopalaemon sp. 1

Encontrado em hábitats de vegetação aquática e serrapilheira submersa de remansos. Distribuição restrita: divisor de águas do Rio Negro. Os 56 espécimens coletados eram na maioria espécimens juvenis e imaturos, com duas fêmeas mostrando sinais de recente atividade de colocação de ovos. As formas estavam caracterizadas pela ausência de palpos mandibulares, rostro arciforme e periópodo 2 com carpo longo. Possivelmente um grupo taxonômico não descrito anteriormente pela ciência.

Pseudopalaemon sp. 2

Encontrado em ambientes de vegetação aquática e ribeirinha, serrapilheira submersa de rios e remansos. Distribuição restrita: divisor de águas do Alto Rio Miranda e do Rio Negro. Dos 36 espécimens coletados, foram encontrados na maioria espécimens juvenis e imaturos. O corpo se caracteriza pela ausência de palpos mandibulares, um rostro reto e periópodo 2 com carpo curto. Possivelmente um grupo taxonômico ainda não descrito pela ciência.

Família Trichodactylidae (caranguejos de água doce)

Dilocarcinus pagei (Stimpson, 1861)

Encontrado em hábitats de vegetação aquática de remansos e riachos. Ampla distribuição: bacias do Amazonas e baixo Paraná, sudoeste do Mato Grosso, Rio Paraguai, Poconé Pantanal, Rio Bento Gomes, Rio Taquari, Rio Miranda, e Rio Negro, assim como no Pantanal de Nhecolândia. Os 29 espécimens coletados eram juvenis e adultos, sempre associados à vegetação aquática. Nenhuma fêmea com ovos foi descoberta.

Sylviocarcinus australis (Magalhães & Türkay, 1996)

Encontrado em hábitat de restos lenhosos, vegetação aquática, ravinas e praias de rios, riachos, remansos e pântanos. Ampla distribuição: bacias dos rios Amazonas, Paraguai, médio e baixo Paraná; Rio Taquari, Rio Negro e Rio Miranda. Dos 41 espécimens coletados, encontravam-se presentes tanto juvenis como adultos, sendo que dois eram fêmeas com ovos. As espécies mostraram uma preferência por raízes de macrófitos flutuantes (*Eichhornia* spp.) e folhas mortas da serrapilheira submersa. São ocasionalmente encontrados em fendas e orifícios de troncos e galhos apodrecidos, submersos ou em cima da água.

Valdivia camerani (Nobili, 1896)

Encontrado em hábitat de restos lenhosos e em rios. Distribuição: médio Rio Paraná; sudoeste do Mato Grosso, Rio Paraguai, Poconé Pantanal, Rio Negro, e Rio Miranda. Apenas um espécimen foi coletado, uma fêmea imatura encontrada em um orifício de um tronco submerso apodrecido na margem do rio.

Fishes collected and species new to science for each region sampled by the AquaRAP expedition to the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, from August 25 to September 9, 1998.

APPENDIX 6

Peixes coletados e espécies novas à ciência por cada região amostrada pela expedição do AquaRAP ao Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, de 25 de agosto a 9 de setembro de 1998.

APÊNDICE 6

Naércio Menezes, Otávio Froehlich, Osvaldo Oyakawa, Philip W. Willink, Antonio Machado-Allison, and Barry Chernoff

** Taxa believed to be new to science. See text for a more detailed explanation.
** Grupos taxonômicos tidos como novos à ciência. Vide texto para explicações mais detalhadas.

+ Individuals seen in region, but not collected. Sightings were not included in regional counts or summary statistics.
+ Indivíduos vistos na região, porém não coletados. As observações não foram incluídas nem nas contagens regionais nem nas estatísticas de resumo.

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
RAJIFORMES									
Potamotrygonidae									
Potamotrygon sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-
CHARACIFORMES									
Anostomidae									
Leporellus vittatus	●	-	-	●	-	-	-	-	+
Leporinus friderici	●	●	●	●	-	-	-	-	+
Leporinus lacustris	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Leporinus macrocephalus	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Leporinus obtusidens	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Leporinus striatus	●	-	●	●	●	●	-	-	+
Schizodon borellii	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Schizodon isognathus	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Characidae									
Acestrorhynchus pantaneiro	●	●	●	●	-	●	-	●	●
Aphyocharax anisitsi	●	●	●	●	-		-	-	-
Aphyocharax dentatus	●	●	●	●	-	●	-	-	●
Aphyocharax paraguayensis	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Aphyocharax rathbuni	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Aphyocharax sp. **	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Astyanax abramis	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Astyanax asuncionensis	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Astyanax lineatus	●	-	-	-	●	-	●	-	●
Astyanax sp. 1 **	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Astyanax sp. 2 **	-	-	-	-	-	-	●	-	●
Astyanax sp. 3 **	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Astyanax sp. 4 **	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Astyanax sp. 5 **	●	●	-	-	●	-	-	-	●

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
Brachychalcinus retrospina	-	●	-	-	-	●	-	-	-
Brycon microlepis	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Bryconamericus exodon	●	●	●	●	●	-	●	●	●
Bryconamericus stramineus	●	-	-	-	●	-	-	-	-
Bryconops sp.	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Bryconops sp. 1 **	-	-	●	●	●	-	-	-	●
Bryconops sp. 2 **	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Characidae sp. A **	●	-	-	-	-	-	●	●	-
Characidae sp. B **	-	●	●	-	-	-	-	●	-
Characidium sp. 1 **	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Characidium sp. 2 **	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Characidium sp. 3 **	●	-	-	-	-	-	●	-	-
Charax sp. **	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Creagrutus sp. A **	-	-	-	-	-	-	●	●	●
Ctenobrycon alleni	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Gymnocorymbus ternetzi	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Hemigrammus lunatus	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Hemigrammus ocellifer	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Hemigrammus ulreyi	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Holoshestes pequira	●	●	●	●	●	●	-	-	●
Hyphessobrycon elachys	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Hyphessobrycon eques	●	●	●	●	-	●	-	-	●
Hyphessobrycon sp. 1	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Hyphessobrycon sp. 2	-	●	-	●	-	-	-	-	-
Hyphessobrycon sp. 3 **	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Jupiaba acanthogaster	●	●	●	-	●	-	●	●	●
Markiana nigripinnis	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Metynnis mola	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Metynnis sp.	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Moenkhausia dichroura	●	●	●	●	-	-	-	-	-
Moenkhausia intermedia	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Moenkhausia sanctaefilomenae	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Moenkhausia sp.	●	●	-	-	-	-	-	-	●
Odontostilbe kriegi	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Odontostilbe microdon	-	●	●	●	-	●	-	-	●
Odontostilbe paraguayensis	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Odontostilbe sp.	-	●	●	-	-	-	-	-	-
Phenacogaster tegatus	-	●	●	●	-	●	-	-	●
Piabarch torrenticola	●	-	-	-	-	-	●	●	-
Piabucus melanostomus	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Piaractus mesopotamicus	-	-	●	-	-	-	-	-	+
Poptella paraguayensis	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Prionobrama paraguayensis	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Psellogrammus kennedyi	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Pygocentrus nattereri	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Roeboides bonariensis	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Roeboides paranensis	-	-	●	●	-	●	-	-	-

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
Serrapinnus calliurus	●	●	●	●	-	●	●	-	●
Serrasalmus marginatus	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Serrasalmus spilopleura	-	-	●	●	-	-	-	-	●
Tetragonopterus argenteus	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Triportheus nematurus	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Xenurobrycon macropus	●	●	●	-	-	●	●	-	●
Curimatidae									
Curimatella dorsalis	●	-	●	●	-	●	-	-	-
Curimatopsis myersi	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Cyphocharax gillii	-	●	●	●	-	●	●	-	-
Potamorhina squamoralevis	-	-	●	-	-	●	-	-	-
Psectrogaster curviventris	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Steindachnerina brevipinna	-	-	●	●	●	●	●	-	●
Steindachnerina nigrotaenia	●	-	-	●	-	-	-	-	-
Erythrinidae									
Hoplias sp. 1 **	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Hoplias sp. 2 **	●	●	●	●	-	●	●	-	●
Hemiodontidae									
Hemiodopsis microlepis	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Hemiodopsis semitaeniatus	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Lebiasinidae									
Pyrrhulina australis	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Parodontidae									
Apareiodon affinis	●	-	●	-	-	-	-	-	+
Parodon gestri	●	-	-	-	●	-	-	-	+
Prochilodontidae									
Prochilodus lineatus	-	-	●	●	-	●	-	-	+
SILURIFORMES									
Aspredinidae									
Amaralia hypsiura	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Dysichthys australe	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Auchenipteridae									
Entomocorus benjamini	-	●	-	-	-	●	-	-	-
Entomocorus sp. **	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Parauchenipterus galeatus	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Parauchenipterus striatulus	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Tatia neivai	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Tatia sp. **	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Trachelyopterus coriaceus	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Callichthyidae									
Callichthys callichthys	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Corydoras aeneus	●	-	-	-	-	-	●	-	●
Corydoras hastatus	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Corydoras polystictus	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Corydoras sp.	-	-	●	-	-	-	●	-	-
Corydoras sp. 1 **	-	-	-	-	-	●	●	-	-
Corydoras sp. 2 **	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Corydoras sp. 3 **	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Corydoras sp. 4	-	-	-	-	-	●	-	-	-
Hoplosternum littorale	-	-	-	●	-	-	-	-	-

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
Hoplosternum sp.	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Lepthoplosternum pectorale	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Megalechis thoracata	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Cetopsidae									
Pseudocetopsis gobioides	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Doradidae									
Anadoras weddellii	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Doradidae gen. n.	●	●	-	-	-	-	-	-	-
Doras eigenmanni	-	●	-	●	-	●	-	-	-
Trachydoras paraguayensis	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Loricariidae									
Ancistrus sp. 1 **	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Ancistrus sp. 2 **	●	-	-	-	-	-	-	●	●
Cochliodon cochliodon	●	-	-	-	-	-	●	●	●
Cochliodon sp. **	●	-	-	-	-	●	●	●	●
Farlowella sp. 1 **	●	●	●	-	●	●	●	●	●
Farlowella sp. 2 **	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Hypoptopoma guentheri	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Hypostomus boulengeri	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Hypostomus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hypostomus sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Hypostomus sp. 2	●	-	-	-	-	-	-	-	●
Hypostomus sp. 3	●	-	-	-	-	-	●	-	-
Hypostomus sp. 4 **	-	-	-	-	-	-	●	-	-
Liposarcus anisitsi	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Loricaria sp. 1	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Loricaria sp. 2 **	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Loricaria sp. 3	-	-	-	-	●	-	●	●	●
Loricariichthys labialis	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Loricariichthys platymetopon	●	●	●	●	-	●	-	-	-
Otocinclus bororo	-	-	-	-	-	-	-	-	●
Otocinclus mariae	●	●	-	-	-	●	●	-	-
Otocinclus vittatus	●	●	-	●	●	●	●	-	-
Pterygoplichthys sp.	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Pyxiloricaria menezesi	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Rineloricaria sp. 1	●	●	●	-	●	●	●	●	●
Rineloricaria sp. 2 **	-	-	●	●	-	●	-	-	-
Rineloricaria sp. 3 **	-	●	●	●	-	●	-	-	●
Rineloricaria sp. 4	-	●	●	●	●	●	-	-	-
Sturisoma sp.	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Pimelodidae									
Imparfinis sp. **	●	-	-	-	-	●	●	-	●
Megalonema platanus	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenacorhamdia hoehnei	-	-	-	-	-	-	●	-	●
Pimelodella megalura	●	-	-	-	-	●	-	-	-
Pimelodella sp. **	-	●	●	●	-	●	●	-	-

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
Pimelodella taenioptera	●	-	●	-	-	-	-	-	●
Pimelodidae gen. sp.	-	●	-	-	-	●	●	-	-
Pimelodus maculatus	-	-	-	●	-	●	-	-	-
Pseudoplatystoma fasciatum	-	-	-	-	-	●	-	-	+
Rhamdia sp. **	●	-	-	-	-	●	●	●	+
Scoloplacidae									
Scoloplax empousa	-	●	-	●	-	●	-	-	-
Trichomycteridae									
Ochmacanthus batrachostomus	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Ochmacanthus sp.	-	-	-	●	-	-	-	-	-
Paravandellia bertonii	●	●	-	-	-	-	-	-	-
Trichomycterus herberti	●	●	-	-	●	-	●	-	-
Trichomycterus johnsoni	-	-	-	●	-	-	-	-	-
GYMNOTIFORMES									
Apteronotidae									
Apteronotus albifrons	●	-	●	-	-	●	-	-	-
Apteronotus bonapartii	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Gymnotidae									
Gymnotus sp.	●	●	●	●	●	-	●	-	-
Hypopomidae									
Brachyhypopomus sp. A	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Brachyhypopomus sp. B	-	●	●	●	-	●	●	-	-
Brachyhypopomus sp. C	-	-	-	●	-	-	●	-	-
Rhamphichthyidae									
Gymnorhamphichthys hypostomus	●	-	-	-	●	●	●	●	-
Rhamphichthys hahni	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Sternopygidae									
Eigenmannia trilineata	●	●	●	●	-	●	●	●	-
Eigenmannia virescens	-	-	●	-	-	●	-	-	-
Sternopygus macrurus	●	-	●	●	-	●	-	●	-
CYPRINODONTIFORMES									
Poeciliidae									
Pamphorichthys hasemani	-	●	-	●	-	-	-	-	-
Rivulidae									
Rivulus punctatus	-	●	-	●	-	-	-	-	-
BELONIFORMES									
Belonidae									
Potamorrhaphis eigenmanni	-	●	●	●	-	-	-	-	-
SYNBRANCHIFORMES									
Synbranchidae									
Synbranchus sp.	-	●	●	●	-	-	●	-	-
PERCIFORMES									
Cichlidae									
Aequidens plagiozonatus	-	●	●	●	-	●	●	-	●
Apistogramma borellii	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Apistogramma commbrae	-	●	●	●	-	●	-	-	-
Apistogramma trifasciata	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Bujurquina vittata	-	●	●	●	-	●	-	-	●

APÊNDICE 6 Peixes coletados e espécies novas à ciência por cada região

TAXA GRUPOS TAXONÔMICOS	Upper Negro Alto Negro	Anhumas Anhumas	Middle Negro Médio Negro	Lower Negro Baixo Negro	Upper Taboco Alto Taboco	Middle Taboco Médio Taboco	Upper Taquari Alto Taquari	Upper Aquidauana Alto Aquidauana	Upper Miranda Alto Miranda
Chaetobranchopsis australes	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Cichlasoma dimerus	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Crenicichla edithae	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Crenicichla semifasciata	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Crenicichla sp. **	-	-	-	-	-	●	-	-	●
Crenicichla vittata	-	-	-	●	-	-	-	-	●
Gymnogeophagus balzanii	-	-	●	●	-	-	-	-	-
Laetacara dorsigera	-	●	●	●	-	-	-	-	-
Mesonauta festivus	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Satanoperca pappaterra	-	●	●	●	-	-	-	-	-
PLEURONECTIFORMES									
Achiridae									
Catathyridium jenynsii	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Total Number of Species = 193 Número total da espécies	**67**	**82**	**112**	**113**	**26**	**77**	**52**	**23**	**52**

Summary of herpetofauna collecting localities (headwaters team). APPENDIX 7

Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe de cabeceiras). APÊNDICE 7

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

Abbreviations:
Regions: AQ - Upper Aquidauana; UM - Upper Miranda; UT - Upper Taquari; UN - Upper Negro; LN - Lower Negro
Collectors: F - V.L. Ferreira; S - C. Strüssmann
Record types: M - Manual sampling; N - Nothing collected; S - Sieve; T - Trawl; Vi - Visual record; Vo - Voice record

Abreviações:
Regiões: AQ - Alto Aquidauana; UM - Alto Miranda; UT - Alto Taquari; UN - Alto Negro; LN - Baixo Negro
Coletores: F - V.L. Ferreira; S - C. Strüssmann
Tipos de registro: M – Amostragem manual; N – Nada coletado; S - Peneira; T - Espinhel; Vi – Registro visual; Vo – Registro oral

Georeference Number / Número de georeferência	Region / Região	Number of Species / Número de espécies	Collector(s) / Coletor(es)	Record Type(s) / Tipo(s) de registro	Locality / Localidade
C01	AQ	1	F	M	Stream ca. 7 km from Rochedo
C02	AQ	0	F	N	Creek at Fazenda Portela
C04	UN	0	F	N	Creek located 30 kilometers from the town of Rio Negro
C05	UT	6	S, F	M	Riacho Bonito at Fazenda Rio Bonito (above falls)
C06	UT	2	S, F	M	Riacho Morro Alto at Chacara Morro Alto, ca. 40 km from Costa Rica
C07	UT	1	S, F	Vi, N	Córrego Engano, near confluence with Riacho Corgão (ca. 15 km from Faz. Rio Bonito)
C08	UT	3	S, F	Vi, M	Riacho Corgão, near confluence Córrego Engano
C09	UT	5	S, F	M, Vi, Vo	Riacho Água Clara, ca. 3 km from Fazenda Rio Bonito
C10	UT	9	S, F	M, Vi, Vo	Corrego da Furna, near Riacho Água Clara at Fazenda Rio Bonito
C11	UT	1	S, F	Vi, N	Riacho Bonito (below falls; ca. 15 km from Fazenda Rio Bonito)
C12	UT	2	S, F	Vo, N	Small stream on the road ca. 40 km from Alcinopolis
C13	UM	19	S, F	M, Vi, Vo	Rio da Prata at Recanto Rio da Prata
C15	UM	3	S, F	M, Vo	Springs of Riacho Olho D'Água (ca. 1200 m of Rio da Prata)
C17	UM	1	S, F	Vo, N	Small stream on the road between Jardim-Bonito (ca. 60 km from Jardim)
C18	UM	3	S, F	M, Vo	Rio Mutum at road Jardim-Bonito
C19	UM	13	S, F	M, Vo, Vi	Springs of Riacho Baía Bonita at Recanto Baía Bonita ("aquário natural")
C20	UM	19	S, F	Vi, Vo	Rio Formoso, near Estancia do Tucano
C22	UM	3	S, F	M, Vo, Vi	Rio Mimoso at road Bonito-Bodoquena (ca. 17 km from Bonito)
C23	UM	3	S	M, Vo	Resurgence of Rio Formoso, at Fazenda Formosa (ca. 40 km from Bonito)
C24	UM	2	S	M, Vi, Vo	Rio Formosinho at Fazenda São Geraldo (ca. 17 km from Bonito)
C26	UM	3	S	M, Vi, Vo	Rio Salobrinho, ca. 20 km from the road Bonito-Bodoquena
C27	LN	3	S	M, S, T	Baía da Passagem, Fazenda Cáceres, Nhecolândia
C28	LN	5	S	M, S, T, Vo	Baía on the Estrada-Parque (MS-184)

APPENDIX 8 Summary of herpetofauna collecting localities (Rio Negro team).

APÊNDICE 8 Sumário das localidades de coleta da herpetofauna (equipe do Rio Negro).

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

Abbreviations:
Regions: UN - Upper Negro; MN - Middle Negro; LN - Lower Negro; TA - Taboco
Collectors: F - V.L. Ferreira; P - C.P.A. Prado; U - M. Uetanabaro
Record types: M - Manual sampling; T - Trawl; Vi - Visual record; Vo - Voice record

Abreviações:
Regiões: UN - Alto Negro; MN - Médio Negro; LN - Baixo Negro; TA - Taboco
Coletores: F - V.L. Ferreira; P - C.P.A. Prado; U - M. Uetanabaro
Tipos de registro: M – Amostragem manual; T - Espinhel; Vi – Registro visual; Vo – Registro oral

Georeference Number / Número de Georeferência	Region / Região	Number of Species / Número de espécies	Collector(s) / Coletor(es)	Record Type(s) / Tipo(s) de registro	Locality / Localidade
N01	UN	9	P, U, F	M	Pond along the road Negro-Perdigão
N02	UN	2	P, U, F	M	Rio do Peixe
N03	UN	1	P, U, F	M	Rio do Garimpo
N06	UN	3	P, U, F	M	Rio Negro falls
N07	UN	1	U	M, T	Córrego Anhumas
N08	UN	4	P, U	M, Vi, Vo	Rio Corixão
N10	TA	16			Fazenda Taboco
N12	TA	1	P, U	M	Córrego São João
N14	MN	13	P, U	M, Vi, Vo	Fazenda Rio Negro
N15	MN	2	P, U	M	Corixo da Ariranha
N17	MN	2	U	M	Brejo da Santa Sofia
N18	MN	2	U	M	Rio Novo, at Brejo da Santa Sofia
N19	MN	7	P, U	M, Vi, Vo	Baía at Fazenda Rio Negro
N20	MN	10	P, U	M, Vi, Vo	Salina and baía near salina, at Fazenda Rio Negro
N21	MN	1	U	M	Fazenda São Pedro
N24	LN	4	P, U	M	Backwater at Rio Vermelho (left side)
N26	LN	3	P, U	M	Rio Abobral
N28	LN	6	P, U	M	Lower Rio Negro swamp
N29	LN	2	P, U	M	Bridge over Rio Negro (MS184)
N30	LN	20	P, U	M, Vi, Vo	Base UFMS at Passo do Lontra

Amphibians recorded during the AquaRAP survey, with natural history data.

APPENDIX 9

Anfíbios registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural.

APÊNDICE 9

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

Abbreviations:
Habits: D - diurnal; N - nocturnal
Strata: AB - arboreal; AQ - aquatic; TE - terrestrial
Diet: IN - invertebrates; VE - vertebrates
Habitat: OP- open formations; FOR- forested formations

Abreviações:
Hábitos: D - diurno; N - noturno
Estratos: AB - arbóreo; AQ - aquático; TE - terrestre
Dieta: IN - invertebrados; VE - vertebrados
Hábitat: OP- formações abertas; FOR- formações cobertas de mata

SPECIES **AMPHIBIA** – ANURA	**SIZE (cm)** < 4	4-8	> 8	**HABITS**	**STRATA**	**DIET**	**HABITAT**
ESPÉCIES **AMPHIBIA** – ANURA	**TAMANHO (cm)** < 4	4-8	> 8	**HÁBITOS**	**ESTRATO**	**DIETA**	**HÁBITAT**
BUFONIDAE							
Bufo granulosus Spix, 1824		•		N	TE	IN	OP
Bufo sp. (aff. *margaritifer*)	•			N	TE	IN	FOR
Bufo paracnemis Lutz, 1925			•	N	TE	IN, VE	OP, FOR
Melanophryniscus stelzneri fulvogutattus (Mertens, 1937)	•			N	TE	IN	OP
LEPTODACTYLIDAE							
Adenomera sp.	•			D, N	TE	IN	FOR
Eleutherodactylus sp.	•			D, N	TE	IN	FOR
Leptodactylus chaquensis Cei, 1950		•		N	TE	IN	OP
Leptodactylus elenae Heyer, 1978		•		N	TE	IN	FOR
Leptodactylus fuscus (Schneider, 1799)		•		N	TE	IN	OP
Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824)			•	N	TE	IN, VE	OP
Leptodactylus cf. *macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926			•	N	TE	IN	OP
Leptodactylus mystacinus (Burmeister, 1861)		•		N	TE	IN	FOR
Leptodactylus podicipinus (Cope, 1862)	•			D, N	TE	IN	OP
Leptodactylus syphax Bokermann, 1969		•		N	TE	IN	OP
Physalaemus albonotatus (Steindachner, 1862)	•			N	TE	IN	OP
Physalaemus cf. *biligonigerus* (Cope, 1860)	•			N	TE	IN	OP
Physalaemus centralis Bokermann, 1966	•			N	TE	IN	OP
Physalaemus cuvieri Fitzinger, 1826	•			N	TE	IN	OP
Physalaemus nattereri (Steindachner, 1863)		•		N	TE	IN	OP
Pseudopaludicola aff. *falcipes* (Hensel, 1867)	•			D, N	TE	IN	OP
Pseudopaludicola mystacalis Cope, 1887	•			D, N	TE	IN	OP
Pseudopaludicola saltica (Cope, 1887)	•			D, N	TE	IN	OP

SPECIES **AMPHIBIA** – ANURA	**SIZE (cm)** < 4	4-8	> 8	**HABITS**	**STRATA**	**DIET**	**HABITAT**
ESPÉCIES **AMPHIBIA** – ANURA	**TAMANHO (cm)** < 4	4-8	> 8	**HÁBITOS**	**ESTRATO**	**DIETA**	**HÁBITAT**
HYLIDAE							
Hyla albopunctata Spix, 1824		•		N	AB	IN	OP
Hyla cf. *Crepitans* (Wied-Neuwied, 1824)		•		N	AB	IN	FOR
Hyla aff. *geographica* Spix, 1824	•			N	AB	IN	OP
Hyla minuta Peters, 1872	•			N	AB	IN	OP
Hyla nana Boulenger, 1889	•			N	AB	IN	OP
Hyla punctata (Schneider, 1799)	•			N	AB	IN	OP
Hyla raniceps (Cope, 1862)		•		N	AB	IN	OP
Hyla aff. *rubicundula* Reinhardt and Lütken, 1862	•			N	AB	IN	OP
Phrynohyas venulosa (Laurenti, 1768)		•	•	N	AB	IN	OP
Phyllomedusa hypocondrialis (Daudin, 1802)		•		N	AB	IN	OP
Scinax acuminatus (Cope, 1862)		•		N	AB	IN	OP
Scinax fuscomarginatus (Lutz, 1925)	•			N	AB	IN	OP
Scinax fuscovarius (Lutz, 1925)		•		N	AB	IN	OP
Scinax sp. (gr. *ruber*)	•			N	AB	IN	OP
PSEUDIDAE							
Lisapsus limellus Cope, 1862	•			D, N	AQ	IN	OP
Pseudis paradoxa (Linnaeus, 1758)		•		D, N	AQ	IN	OP
MICROHYLIDAE							
Elachistocleis cf. *bicolor* (Valenciennes, 1838)	•			N	TE	IN	OP
DENDROBATIDAE							
Epipedobates braccatus (Steindachner, 1864)	•						
Epipedobates pictus (Tschudi, 1838)	•			D	TE	IN	FOR

Reptiles recorded during the AquaRAP survey, with natural history data.

APPENDIX 10

Répteis registrados durante a expedição AquaRAP, com dados de história natural.

APÊNDICE 10

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

Abbreviations:
Habits: D - diurnal; N - nocturnal
Strata: AB - arboreal; AQ - aquatic;
FO - fossorial; SB - subarboreal; TE - terrestrial
Diet: AN - anurans; EG - eggs; FI - fishes;
IN - invertebrates; LI - lizards; MA - mammals;
MO - molluscs; PM -plant material (leaves, fruits, roots...); SN - snakes; VE - vertebrates in general
Habitat: AE - aquatic environments (other than rivers: lakes, lagoons, "baías", "corixos", ...);
FF - flooded fields; FOR - forested formations (other than gallery forests; e.g., "capões", "cordilheiras"); GF - gallery forests; OP - open formations (including cerrado and/or deforested areas); RI - rivers

Abreviações:
Hábitos: D - diurno; N - noturno
Estrato: AB - arbóreo; AQ - aquático; FO - fossorial; SB - subarbóreo; TE - terrestre
Dieta: AN - anuros; EG - ovos; FI - peixes;
IN - invertebrados; LI - lagartos; MA - mamíferos;
MO - moluscos; PM –matéria vegetal (folhas, frutos, raízes...); SN - cobras; VE – vertebrados em geral
Hábitat: AE – ambientes aquáticos [que não os rios: lagos, lagoas, baías, corixos (córregos), ...];
FF – campos inundados; FOR – formações florestas (que não matas de galeria; ex.: capões, cordilheiras); GF – matas de galeria; OP – formações abertas (incluindo cerrado e áreas desmatadas); RI - rios

SPECIES ESPÉCIES REPTILIA	HABITS HÁBITOS	STRATA ESTRATO	DIET DIETA	HABITAT HÁBITAT
TESTUDINES				
CHELIDAE				
Phrynops vanderhaegei Bour, 1973	N	AQ	MO	RI
SAURIA				
IGUANIDAE				
Iguana iguana (Linnaeus, 1758)	D	AB	PM, IN, EG	GF
TROPIDURIDAE				
Stenocercus caducus (Cope, 1862)	D	TE	IN	GF
Tropidurus guarani (Cope, 1862)	D	AB	IN	GF
Tropidurus torquatus (Wied, 1820)	D	SB	IN	OP
TEIIDAE				
Ameiva ameiva (Linnaeus, 1758)	D	TE	IN	FOR, OP
Tupinambis merianae (Duméril and Bibron, 1839)	D	TE	IN, PM	GF
SCINCIDAE				
Mabuya frenata (Cope, 1862)	D	AB	IN	GF, OP

SPECIES ESPÉCIES	HABITS HÁBITOS	STRATA ESTRATO	DIET DIETA	HABITAT HÁBITAT
SERPENTES				
TYPHLOPIDAE				
Typhlops brongersmianus Vanzolini, 1972	-	FO	IN	GF
BOIDAE				
Eunectes murinus (Linnaeus, 1758)	D, N	AQ	VE	RI
Eunectes notaeus Cope, 1862	D, N	AQ	VE	FF
VIPERIDAE				
Bothrops moojeni Hoge, 1966	N	TE	MA, AN, SN	GF
Bothrops neuwiedi Wagler, 1824	N	TE	MA, AN	OP
COLUBRIDAE				
Chironius flavolineatus (Boettger, 1885)	D	SB	VE	GF
Chironius quadricarinatus (Boie, 1827)	D	SB	VE	OP
Erythrolamprus aesculapii (Linnaeus, 1758)	D	TE	SN	OP
Helicops leopardinus (Schlegel, 1837)	D, N	AQ	AN, FI	AE, RI
Leptodeira annulata (Linnaeus, 1758)	N	SB	AN	FOR, GF
Liophis poecilogyrus (Wied, 1825)	D, N	TE	AN	OP
Liophis typhlus (Linnaeus, 1758)	D	TE	AN	GF
Mastigodryas bifossatus (Raddi, 1820)	D	TE	AN, LI, MA	FF, GF, OP
Philodryas olfersii (Lichtenstein, 1823)	D	SB	VE	OP
Waglerophis merremi (Wagler, 1824)	D	TE	AN	OP
CROCODYLIA				
ALLIGATORIDAE				
Caiman yacare (Daudin, 1802)	D, N	AQ	VE	FF, RI

Anuran species recorded in each region. APPENDIX 11

Espécies de anuros registradas em cada região. APÊNDICE 11

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

				Region			
SPECIES	**Aquidauana**	**Upper Taquari**	**Upper Miranda**	**Upper Negro**	**Middle Negro**	**Lower Negro**	**Taboco**
				Região			
ESPÉCIES	**Aquidauana**	**Alto Taquari**	**Alto Miranda**	**Alto Negro**	**Médio Negro**	**Baixo Negro**	**Taboco**
Bufonidae							
Bufo granulosus	-	-	-	-	-	●	●
Bufo sp. (aff. *margaritifer*)	-	-	●	-	-	-	-
Bufo paracnemis	-	●	●	●	●	●	-
Melanophryniscus stelzneri fulvogutattus	-	-	●	-	-	-	-
Leptodactylidae							
Adenomera sp.	-	-	●	●	●	●	●
Eleutherodactylus sp.	-	●	-	-	-	-	-
Leptodactylus chaquensis	-	●	●	●	●	●	●
Leptodactylus elenae	-	-	●	-	-	●	-
Leptodactylus fuscus	-	-	●	-	●	●	●
Leptodactylus labyrinthicus	-	-	●	●	-	-	-
Leptodactylus cf. *macrosternum*	-	-	-	-	-	●	-
Leptodactylus mystacinus	-	-	●	-	-	-	-
Leptodactylus podicipinus	-	●	●	●	●	●	●
Leptodactylus syphax	-	-	●	-	-	-	-
Physalaemus albonotatus	-	-	●	-	●	●	-
Physalaemus cf. *biligonigerus*	-	-	-	-	●	-	-
Physalaemus centralis	-	-	●	-	-	-	-
Physalaemus cuvieri	-	-	●	-	-	-	-
Physalaemus nattereri	-	-	●	-	-	-	-
Pseudopaludicola aff. *falcipes*	-	-	-	●	-	●	-
Pseudopaludicola mystacalis	-	●	●	-	-	-	-
Pseudopaludicola saltica	-	●	-	-	-	-	-
Hylidae							
Hyla albopunctata	-	●	-	-	-	-	-
Hyla cf. *crepitans*	-	●	-	-	-	-	-
Hyla aff. *geographica*	-	●	-	-	-	-	-
Hyla minuta	-	●	●	●	-	-	●
Hyla nana	-	-	●	-	●	●	●
Hyla punctata	-	-	-	-	●	-	-

SPECIES	Aquidauana	Upper Taquari	Upper Miranda	Region Upper Negro	Middle Negro	Lower Negro	Taboco
ESPÉCIES	**Aquidauana**	**Alto Taquari**	**Alto Miranda**	**Região Alto Negro**	**Médio Negro**	**Baixo Negro**	**Taboco**
Hyla raniceps	-	-	●	●	●	●	●
Hyla aff. *Rubicundula*	-	-	●	-	-	-	-
Phrynohyas venulosa	-	●	-	-	-	●	-
Phyllomedusa hypocondrialis	-	-	●	●	-	●	●
Scinax acuminatus	-	-	-	-	●	●	-
Scinax fuscomarginatus	-	-	-	-	●	-	-
Scinax fuscovarius	-	-	●	●	-	-	-
Scinax sp. (gr. *ruber*)	-	-	●	-	●	●	-
Pseudidae							
Lisapsus limellus	-	-	-	●	●	●	●
Pseudis paradoxa	-	-	●	●	●	●	●
Microhylidae							
Elachistocleis cf. *bicolor*	-	-	●	-	-	●	-
Dendrobatidae							
Epipedobates braccatus	-	-	-	●	-	-	-
Epipedobates pictus	-	-	●	●	-	-	-
TOTAL SPECIES = 41	**0**	**11**	**26**	**14**	**15**	**19**	**11**

Reptile species recorded in each region. APPENDIX 12

Espécies de répteis registradas em cada região. APÊNDICE 12

Christine Strüssmann, Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro, and Vanda Lúcia Ferreira

				Region			
SPECIES	**Aquidauana**	**Upper Taquari**	**Upper Miranda**	**Upper Negro**	**Middle Negro**	**Lower Negro**	**Taboco**
				Região			
ESPÉCIES	**Aquidauana**	**Alto Taquari**	**Alto Miranda**	**Alto Negro**	**Médio Negro**	**Baixo Negro**	**Taboco**
TESTUDINES							
Chelidae							
Phrynops vanderhaegei	-	-	●	-	-	-	-
SAURIA							
Iguanidae							
Iguana iguana	-	-	-	-	-	●	-
Tropiduridae							
Stenocercus caducus	-	-	●	-	-	-	-
Tropidurus guarani	-	●	-	-	-	●	-
Tropidurus torquatus	-	●	-	-	-	-	-
Teiidae							
Ameiva ameiva	-	●	●	-	●	●	●
Tupinambis merianae	-	-	-	-	-	-	●
Scincidae							
Mabuya frenata	-	●	-	-	-	-	●
SERPENTES							
Typholopidae							
Typhlops brongersmianus	-	-	●	-	-	-	-
Boidae							
Eunectes murinus	-	-	●	-	-	-	-
Eunectes notaeus	-	-	-	●	-	-	-
Viperidae							
Bothrops moojeni	-	●	-	-	-	-	-
Bothrops neuwiedi	-	-	-	-	-	●	-
Colubridae							
Chironius flavolineatus	-	●	-	-	-	-	-
Chironius quadricarinatus	-	-	●	-	-	-	-
Erythrolamprus aesculapii	-	-	-	-	-	-	-
Helicops leopardinus	-	-	-	-	-	●	-
Leptodeira annulata	-	-	-	-	-	-	●
Liophis poecilogyrus	-	●	-	●	-	-	-
Liophis typhlus	-	-	●	-	-	-	-
Mastigodryas bifossatus	-	-	-	-	●	-	-
Philodryas olfersii	-	-	●	-	-	-	-
Waglerophis merremi	●	-	-	-	-	-	-
CROCODYLIA							
Alligatoridae							
Caiman yacare	-	-	-	●	●	●	●
TOTAL SPECIES = 24	**1**	**7**	**8**	**3**	**3**	**6**	**5**

ADDITIONAL PUBLICATIONS OF THE RAPID ASSESSMENT PROGRAM

*Bestelmeyer, B. and L.E. Alonso (editors). 2000. A Biological assessment of Laguna del Tigre National Park, Petén, Guatemala. RAP Bulletin of Biological Assessment 16, Conservation International, Washington, D.C.

*Chernoff, B., and P.W. Willink (editors). 1999. A biological assessment of aquatic ecosystems of the upper Río Orthon basin, Pando, Bolivia. Bulletin of Biological Assessment 15. Conservation International, Washington, D.C.

*Foster, R. B., J. L. Carr, and A. B. Forsyth (editors). 1994. The Tambopata-Candamo Reserved Zone of southeastern Perú: a biological assessment. RAP Working Papers No. 6, Conservation International, Washington, D.C.

*Killeen, T. J., and T. S. Schulenberg (editors). 1998. A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. RAP Working Papers No. 10, Conservation International, Washington, D.C.

*Mack, A. L. (editor). 1998. A biological assessment of the Lakekamu basin, Papua New Guinea. RAP Working Papers No. 9, Conservation International, Washington, D.C.

*Mack, A.L., and L.E. Alonso (editors). 2000. A biological assessment of the Wapoga River Area of Northwestern Irian Jaya, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 14. Conservation International, Washington, D.C.

†Parker, T. A., III. (editor). 1993. A biological assessment of the Columbia River Forest Reserve, Toledo District, Belize. RAP Working Papers No. 3. Conservation International, Washington, D.C.

*Parker, T. A., III, and B. Bailey (editors). 1991. A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of northwest Bolivia May 18 - June 15, 1990. RAP Working Papers No. 1. Conservation International, Washington, D.C.

†Parker, T. A., III, and J. L. Carr (editors). 1992. Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and adjacent areas of southwestern Ecuador. RAP Working Papers No. 2. Conservation International, Washington, D.C.

†Parker, T. A., III, and A. B. Forsyth (editors). 1993. A biological assessment of the Kanuku Mountain region of southwestern Guyana. RAP Working Papers No. 5. Conservation International, Washington, D.C.

*Parker, T. A., III, R. B. Foster, L. H. Emmons, and B. Bailey (editors). 1993. The lowland dry forests of Santa Cruz, Bolivia: a global conservation priority. RAP Working Papers No. 4, Conservation International, Washington, D.C.

*Schulenberg, T. S., and K. Awbrey (editors). 1997. The Cordillera del Condor of Ecuador and Peru: a biological assessment. RAP Working Papers No. 7, Conservation International, Washington, D.C.

*Schulenberg, T. S., and K. Awbrey (editors). 1997. A rapid assessment of the humid forests of south central Chuquisaca, Bolivia. RAP Working Papers No. 8, Conservation International, Washington, D.C.

[o] Schulenberg, T. S., C. A. Short, and P. J. Stephenson (editors). 1999. A biological assessment of Parc National de la Marouhe, Côte d'Ivoire. RAP Working Papers No. 13. Conservation International, Washington, D.C.[o]

[o] Werner, T.B., and G. Allen (editors). 1998. A rapid biodiversity assessment of the coral reefs of Milne Bay Province, Papua New Guinea. RAP Working Papers No. 11, Conservation International, Washington, D.C.

* Available through the University of Chicago Press. To order call 1-800-621-2736; www.press.uchicago.edu

[o] Available only through Conservation International

† Out of Print

A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil

3	Preface
122	Prefácio
8	Participants
127	Participantes
13	Organizational Profiles
132	Perfil das Instituições
15	Acknowledgments
134	Agradecimentos
17	Report at a Glance
136	Relatório em Relance
19	Executive Summary and Overview
138	Sumário Executivo e Visão Geral
28	Chapters
146	Capítulos
107	Glossary
229	Glossário
109	Gazetteer
231	Índice Geográfico
239	Appendices
239	Apêndices

At Conservation International (CI), we believe that the Earth's natural heritage must be maintained if future generations are to thrive spiritually, culturally, and economically. Our mission is to conserve the Earth's living natural heritage, our global biodiversity, and to demonstrate that human societies are able to live harmoniously with nature.

A Conservation International (CI) acredita que o partimônio natural do planeta deve ser mantido, de modo a assegurar que as furturas geraçôes possam florescer espiritual, cultural, e economicamente. A nossa missão é a conservar essa gama de recursos, traduzida em essência pela sua biodiversidade, demonstrando que as sociedades humanas podem conviver harmoniosamente com a natureza.

CONSERVATION INTERNATIONAL

2501 M Street, NW
Suite 200
Washington, DC
20037

T 202.429.5660
F 202.887.0193
www.conservation.org

CENTER FOR APPLIED BIODIVERSITY SCIENCE AT CONSERVATION INTERNATIONAL