

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS

RAFAELA GIACOMEL RAUBER

**Segregação longitudinal na atividade reprodutiva de peixes Neotropicais
como indicador de caráter de migração**

Maringá
2018

RAFAELA GIACOMEL RAUBER

**Segregação longitudinal na atividade reprodutiva de peixes Neotropicais
como indicador de caráter de migração**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho
Coorientadora: Dr.^a Harumi Irene Suzuki

Maringá
2018

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

R239s

Rauber, Rafaela Giacomet, 1991-

Segregação longitudinal na atividade reprodutiva de peixes Neotropicais como indicador de caráter de migração / Rafaela Giacomet Rauber.-- Maringá, 2018.
34 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho.

Coorientadora: Dr.^a Harumi Irene Suzuki.

1. Peixes de água doce - Biologia reprodutiva - Região Neotropical - Pantanal Matogrossense - Mato Grosso (Estado). 2. Peixes de água doce - Migração - Potamódromo - Cuiabá, Rio, Bacia - Mato Grosso (Estado). 3. Peixes de água doce - Área de vida - Biologia reprodutiva - Cuiabá, Rio, Bacia - Mato Grosso (Estado). I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23, ed. -597.156098172
NBR/CIP - 12899 AACR/2

RAFAELA GIACOMEL RAUBER

**Segregação longitudinal na atividade reprodutiva de peixes Neotropicais
como indicador de caráter de migração**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Dr.^a Harumi Irene Suzuki
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Dr.^a Rosa Maria Dias
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof.^a Dr.^a Rosilene Luciana Delariva
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Prof. Dr. Diego Corrêa Alves
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof.^a Dr.^a Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2018.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho aos meus pais
por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meu pais, José Henrique Rauber e Salete Giacomel Rauber que desde o início me apoiaram em tudo, mesmo sem entender o que significava um mestrado, acreditavam e confiavam que eu conseguiria.

Ao Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho por ter aceito o desafio de orientar uma aluna ainda sem experiência, pela humildade e disponibilidade em sempre compartilhar o conhecimento que foi essencial em minha formação pessoal e profissional.

À Dr^a Harumi Irene Suzuki, pela ajuda, disposição e gentileza com que me tem assessorado durante o curso.

A todos os professores do PEA que de alguma forma contribuíram com a minha formação durante o curso, principalmente ao professor Luiz pela sua disposição em ajudar.

À Universidade Estadual de Maringá, o Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, e ao Nupélia pela infraestrutura.

Ao Programa CAPES/PROEX pela bolsa.

Aos membros da banca pela disposição para avaliar a dissertação de mestrado.

Aos funcionários do PEA/Nupélia,

Aos pescadores e marinheiros: Tato, Tião, Valdecir, Gazo, aos Tutis, Alfredo e ao Lucão pelo conhecimento e experiências compartilhadas e a Valdirce por cuidar tão bem da nossa base de campo.

À Jocemara, Elizabete, Aldenir, Cecilia e Marlyse, pela ajuda e dedicação.

Ao João e a Salete pela dedicação e cuidado com a biblioteca.

À Ingrid Ribeiro e Isadora Bianchi pela ajuda na triagem do material e por todas as risadas.

À Rosimeire Antonio pela amizade e disposição em ajudar sempre.

Aos colegas do laboratório, Anielly, Larissa, Mirtha e Rosa por todas as experiências trocadas, apoio e ajuda em todas as fases.

À minha turma de mestrado pela parceria e dedicação para fazer destes nossos dois anos de mestrado uma incrível experiência profissional e pessoal.

À Luciane Maria Nogueira pela amizade, por dividir todas as vitórias e principalmente todos os choros durante o mestrado.

À todos os demais colegas que conheci aqui e que tornaram minha permanência em Maringá mais leve e acolhedora: Felipe, Vanessa, Cláudia, Leonardo, Robson, Meire, Thiago, Jhonatan, Livia, Patricia, Diane e Renata.

Ao meu namorado Willian Roberto Biancatto pelo apoio, compreensão e amor.

À minhas amigas Andressa, Laysa, Luana Wagner e Luana Cecília que mesmo de longe sempre estiveram presentes.

À vida pela oportunidade de realizar um mestrado, que me fez crescer pessoal e profissionalmente.

À todos que de forma direta ou indireta me apoiaram e auxiliaram na realização do sonho de realizar um mestrado.

“Não é sobre chegar
no topo do mundo e saber que venceu
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu”
Ana Vilela

Segregação longitudinal na atividade reprodutiva de peixes Neotropicais como indicador de caráter de migração

RESUMO

Ambientes de água doce apresentam alta heterogeneidade ambiental, o que justifica a trajetória evolutiva de diferentes estratégias reprodutivas em espécies de peixes que habitam estas regiões. Em uma perspectiva espacial, estas espécies podem ser agrupadas em migradoras e sedentárias. No entanto, apesar de parecer clara esta classificação, ainda restam muitas incertezas em relação ao caráter reprodutivo destas espécies. Dessa maneira, esse trabalho teve como objetivo identificar padrões de deslocamentos reprodutivos de peixes tendo como base a abrangência espacial na ocorrência de peixes com elevada atividade reprodutiva ao longo da bacia. E a hipótese de que espécies migradoras, além de ampla área de vida, apresentam marcantes segregações espaciais entre os estádios de desenvolvimento das gônadas. As amostragens foram realizadas na bacia do rio Cuiabá, envolvendo diversos ambientes (calha do rio, planície alagável e lagoas) entre 2000 e 2004, considerando-se apenas o período reprodutivo (outubro a fevereiro). Foram calculados valores do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) para cada espécie, ponto de amostragem, mês e ano. Para detectar um possível padrão de distribuição das espécies em reprodução na bacia e verificar se o caráter migratório dos peixes pode ser indicado por sua distribuição espacial, foi realizada uma análise de coordenadas principais (PCoA) tendo como base os valores de IAR e posteriormente uma correlação do primeiro e segundo eixo da ordenação com valores de IAR, a fim de determinar quais as espécies que mais contribuíram para a ordenação das amostras, em função do IAR. A distribuição das espécies foi estimada pela presença e ausência e locais de reprodução pelos valores máximos de IAR, consequentemente, obtendo um filtro para identificação de espécies migradoras. As espécies migradoras foram aquelas que apresentaram correlação positiva com o eixo 1 da PCoA, ampla distribuição na bacia e reprodução exclusiva nas áreas de cabeceira. Entre as 85 espécies incluídas na análise, identificou-se 18 migradoras, sendo que destas, quatro nunca haviam sido descritas como migradoras anteriormente: *Auchenipterus osteomystax* (Miranda Ribeiro 1918), *Cynopotamus kincaidi*, *Iheringichthys labrosus* e *Pimelodus argenteus*. Outras como *Rhaphiodon vulpinus* e *Pinirampus pirinampu* amplamente descritas na literatura como migradoras, foram classificadas como sedentárias pelo método proposto. O filtro se mostrou eficaz na classificação das espécies em migradoras e sedentárias, auxiliou no preenchimento de lacunas existentes acerca da reprodução e desenvolvimento das espécies de peixe, o que é de fundamental importância para o planejamento de novos empreendimentos e na tomada de medidas de manejo e conservação funcionais das assembleias de peixes.

Palavras-chave: Área de Vida. Migração. Índice de Atividade Reprodutiva. Biologia Reprodutiva. Potamódromo. Pantanal.

Spatial segregation in the reproduction activity of Neotropical fish species as an indicator of the migratory trait

ABSTRACT

Freshwater environments are high heterogenous habitats, justifying the development of different reproductive strategies in fish species inhabiting such habitats. In a spatial perspective, these species can be grouped into migratory and sedentary. Although such classifications seem clear, many uncertainties concerning such species reproductive traits remains. This study proposes to study fish reproductive movement, based on the spatial extent of the occurrence of fish with high reproductive activity along the basin, adopting as model a 400 km stretch of the Cuiabá River. The proposed hypothesis was that migratory species, besides presenting large home range, would present striking spatial segregation among the distinct gonadal development stages. Samplings were performed in the Cuiabá River basin, embracing several environments (river channel, floodplain, and lagoons) between 2000 and 2004, considering only data of the reproductive period (between October and February). The values of the Reproductive Active Index (RAI) were estimated for each species, sampling site, month, and year. A principal coordinates analysis (PCoA) was performed with the values of RAI in order to detect a possible pattern in species reproduction distribution in the basin and to verify if the migratory trait can be indicated by its spatial distribution. The first and second axes of the ordination were applied into Pearson's correlations with the original RAI values to detect which were the species which contributed the most to the ordination results. Species distribution was estimated through species presence and absence and reproduction sites by the maximum RAI values, consequently, obtaining a filter to identify the migratory species. Migratory species were those that presented positive correlation with the axis 1 of the PCoA, wide distribution in the basin, and reproduction exclusively in the upstream areas. Among the 85 species included in the analysis, 18 were classified as migratory, of which four were never described as so before: *Auchenipterus osteomystax*, *Cynopotamus kincaidi*, *Iheringichthys labrosus* and *Pimelodus argenteus*. Additionally, the other species how *Rhaphiodon vulpinus* and *Pinirampus pirinampu*, previously described as migratory were classified as sedentary. The proposed filter has proved to be effective in the classification of migratory and sedentary species, and aid in the filling of some existing gaps on the reproduction and development of fish species. This is of fundamental importance in the planning of new projects, in decision making, and in the development of management and conservation measures for the fish assemblage.

Keywords: Home range. Migration. Potamodromous. Pantanal. Reproductive Activity Index. Reproductive biology.

Dissertação elaborada conforme as normas da
publicação científica *Ecology of Freshwater Fish*.
Disponível em: <
[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(I
SSN\)1600-0633/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1600-0633/homepage/ForAuthors.html)>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1	ÁREA DE ESTUDO	13
2.2	AMOSTRAGEM.....	14
2.3	ANÁLISE DE DADOS	16
3	RESULTADOS	18
4	DISCUSSÃO	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Ecossistemas aquáticos continentais são reconhecidos por apresentarem alta heterogeneidade ambiental, originada primariamente devido à complexidade na composição e estrutura sedimentar, tipo de substrato, concentração de nutrientes e de oxigênio dissolvido, profundidade, velocidade da água e disponibilidade de abrigos (Vazzoler, 1996; Dudgeon et al., 2006; Gomes et al., 2012). Peixes que habitam esses ambientes apresentam diversas estratégias e táticas reprodutivas ajustadas ao tipo de ambiente em que vivem e se reproduzem (Wootton, 1989; Miller & Kendall-Jr, 2009).

Sob uma perspectiva espacial, as estratégias reprodutivas podem ser agrupadas em duas modalidades: sedentárias ou migradoras (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). Espécies sedentárias encontram condições favoráveis para sobreviver, crescer e reproduzir em áreas restritas, classificadas por Winemiller (1989) em dois grupos: equilíbrio e oportunista. Do contrário, os migradores (sazonal, *sensu* Winemiller, 1989) demandam ampla área de vida e são reconhecidos pela segregação, no tempo e no espaço dos *habitat* usados para reprodução, crescimento e alimentação durante os estádios de vida (Northcote, 1998; Agostinho et al., 2003). Vale ressaltar que embora sejam conhecidas várias formas de migração ascendentes, descendentes e laterais em ambientes fluviais (dispersão, reprodutivas e tróficas), as migrações reprodutivas dos grandes migradores se caracterizam pelo caráter sazonal e por envolver grandes extensões longitudinais (Lucas & Baras, 2001; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007).

As primeiras chuvas sazonais desencadeiam a formação de cardumes e o início do deslocamento rio acima, sendo as cheias consideradas como estímulo ou “gatilho” à reprodução (Vazzoler, 1996; Oliveira et al., 2015). Durante a migração, muitas espécies completam o processo de vitelogênese, o que resulta em aumento relevante no peso das gônadas (Suzuki, Agostinho, & Winemiller, 2000). O deslocamento é geralmente realizado em direção às áreas de cabeceiras dos rios, onde a incidência de predação de sua prole é menor, em parte devido à redução da visibilidade pelo aporte de sedimentos após as primeiras chuvas (Nakatani et al., 2001; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Barthem et al., 2017). Esse movimento de migração pode variar de forma relevante entre as espécies migradoras, desde poucos quilômetros a centenas deles, e pode superar 3.000 km (Barthem et al., 2017). Entretanto, os deslocamentos dos grandes migradores em geral, envolvem mais de 100 km (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). Os gametas são lançados na coluna d’água, onde ocorre a fecundação, e os ovos resultantes derivam passivamente com a corrente em direção às partes baixas da bacia, onde se localizam os berçários naturais representados pelas lagoas e áreas alagadas pelas cheias do rio,

conhecidas como remansos (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Jiménez-Segura, Palacio, & Leite, 2010). Assim, o ciclo dos peixes potamódromos envolve não apenas a migração reprodutiva ascendente, mas também retorno dos reprodutores para seus locais de alimentação conhecido como rodada, deriva de ovos e larvas até as áreas de desenvolvimento inicial e dispersão dos juvenis durante a vazante (Resende, 2003; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007).

Embora o critério espacial para a distinção entre as espécies sazonais ou periódicas e as sedentárias seja marcante, a classificação proposta por Winemiller (1989) envolve traços de história de vida dos peixes como fecundidade, tempo de geração e sobrevivência dos juvenis, que permitem classificar as espécies de peixes em oportunistas, de equilíbrio e sazonais. Estas últimas, frequentemente apresentam desovas sincronizadas, que coincidem com movimentos para *habitat* favoráveis ou com períodos favoráveis dentro do ciclo temporal do ambiente (Winemiller & Rose, 1992).

Apesar dos esforços para a classificação das espécies de peixes como sedentários ou migradores, ainda não existe consenso acerca do hábito reprodutivo de muitas das espécies de peixe neotropicais (ver Vazzoler, Agostinho, & Hahn, 1997; de Oliveira Teles & Godinho, 1997; Agostinho et al., 2003; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). Além disso, a extensão mínima demandada para que o deslocamento de um peixe seja considerado longa migração, bem como seu comportamento e os fatores endócrinos e ambientais envolvidos, ainda não foram completamente compreendidos, o que dificulta o delineamento e execução de medidas que assegurem sua preservação (Lucas & Baras, 2001). Por outro lado, o reconhecimento do caráter migrador de uma dada espécie é indispensável para o planejamento da ocupação de novas bacias por empreendimentos hidrelétricos (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Finer & Jenkins, 2012; Winemiller et al., 2016). Esse grupo, geralmente com indivíduos de maior porte e valor comercial é o grupo mais afetado pelos represamentos que, além de afetar o regime hidrológico natural dos rios, afetam seu deslocamento entre *habitat* críticos ao recrutamento de novos indivíduos (Lucas & Baras, 2001; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Pelicice, Pompeu, & Agostinho, 2015).

Dessa maneira, esse trabalho teve como objetivo identificar padrões de deslocamentos reprodutivos de peixes tendo como base a abrangência espacial (longitudinal) na ocorrência de peixes com elevada atividade reprodutiva ao longo da bacia. Trabalha-se com a hipótese que espécies migradoras, além de ampla área de vida, apresentam, ao contrário das sedentárias, marcantes segregações espaciais entre os estádios de desenvolvimento das gônadas. Predizemos

que diferenças espaciais nos valores indexadores de desenvolvimento gonadal indicam tática de migração de uma dada espécie, sendo que a homogeneidade é a negação dessa tática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados para estes estudos foram provenientes das coletas realizadas pelo Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), junto com Furnas Centrais Elétricas, como parte da execução do projeto “Biologia Pesqueira e Pesca na área de influência da UHE Manso”, entre 2000 e 2004 em um trecho de aproximadamente 430 km na bacia do rio Cuiabá, estendendo-se da barragem da Usina Hidrelétrica de Manso, no rio Manso, até o município de Barão de Melgaço, no rio Cuiabá, no Pantanal Norte (Fig.1). A barragem foi fechada em 1999 e está localizada no município de Chapada dos Guimarães e não possui escada para transposição de peixes.

O rio Manso é um dos principais afluentes do rio Cuiabá e percorre, desde sua nascente em um vale sinuoso e encaixado até sua foz na confluência com o Rio Cuiabazinho, formando o rio Cuiabá (Severi, 1999; Andrade et al., 2008). O rio Cuiabá é um dos principais afluentes do rio Paraguai (Mateus, Penha, & Petrere-Júnior, 2004; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008), com uma área de aproximadamente 100.000 km², percorrendo cerca de 850 km até sua foz. Esse rio corre encaixado em mais de dois terços de sua extensão, sendo o terço inferior parte da planície pantaneira (Severi, 1999). O Pantanal inicia na altura da cidade de Cuiabá e destaca-se por ser a maior e mais complexa área úmida do planeta, com aproximadamente 140.000 km² de planície de inundação com diferentes *habitat* como lagoas temporárias, rios e várzeas (Joachim Carolsfeld et al., 2003; Harris et al., 2005). O clima na bacia é semi-úmido tropical, com temperaturas médias anuais entre 22,5° C e 26,5° C e possui períodos hidrológicos distintos (Mateus & Petrere-Júnior, 2004; de Lima et al., 2015) que podem ser divididos de acordo com o nível fluvial, enchente (outubro e dezembro), cheia (janeiro a março), vazante (maio e junho) e seca (julho a setembro) (Mateus, Penha, & Petrere-Júnior, 2004; Ximenes, Mateus, & Penha, 2011). Assim, o trecho amostrado apresenta um mosaico de condições abióticas (físico-químicas e estruturais), incluindo desde aqueles de planalto, nos trechos altos, até planícies alagáveis (Pantanal), abrigando peixes com várias estratégias reprodutivas (Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008).

Assim, o trecho amostrado compreendeu (*i*) o rio Manso, entre a barragem da UHE Manso e sua junção com o rio Cuiabazinho (98 km), onde foram alocadas três pontos de

amostragem MJ1, MJ2 e MJ3 (Fig. 2); (ii) a calha dos rios Cuiabá-Cuiabazinho, compreendendo cinco pontos de amostragem, sendo três no trecho superior, próximas à foz do rio Manso (MC, CB1 e CB2) e dois na planície pantaneira, sendo a primeira localizada 30 km a jusante da sede do município de Santo Antonio do Leverger (CB3) e a segunda, 65 km abaixo, a jusante no município de Barão de Melgaço (CB4); (iii) lagoas Chacororé (CHAC) e Sinhá Mariana (MARI), no município de Barão de Melgaço. Essas lagoas apresentam profundidade máxima de 4,0 e 4,7 m, respectivamente (Fantin-Cruz et al., 2008). Todos os pontos estiveram entre 14° 41'20" S-56° 13'51" W e 16° 21'32" S-55° 57'20" W, *datum* Córrego Alegre.

2.2 AMOSTRAGEM

Nesse estudo foram utilizados dados obtidos durante o período de outubro a fevereiro, quando espécies com diversas estratégias têm seus picos reprodutivos nessa região (Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008) por três ciclos (2000-2001, 2002-2003 e 2003-2004) nos dez pontos abaixo da UHE Manso (Fig. 1). As amostragens com redes de espera envolveram 17 unidades, sendo 14 do tipo simples (malhas: 2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18 e 30 cm, entre nós opostos) e 3 do tipo tresmalho (“feiticeira”, malhas: 20; 22 e 24 cm entre nós opostos). Para as coletas de peixes foram utilizadas redes de espera, tarrafas e espinheis, operadas de forma padronizada ao longo do trecho estudado. Redes de espera e espinheis ficaram expostos por períodos de 24 h com despescas ao amanhecer (8 h), entardecer (16 h) e à noite (22 h), enquanto tarrafas e redes de arrasto foram operadas durante a manhã e à noite.

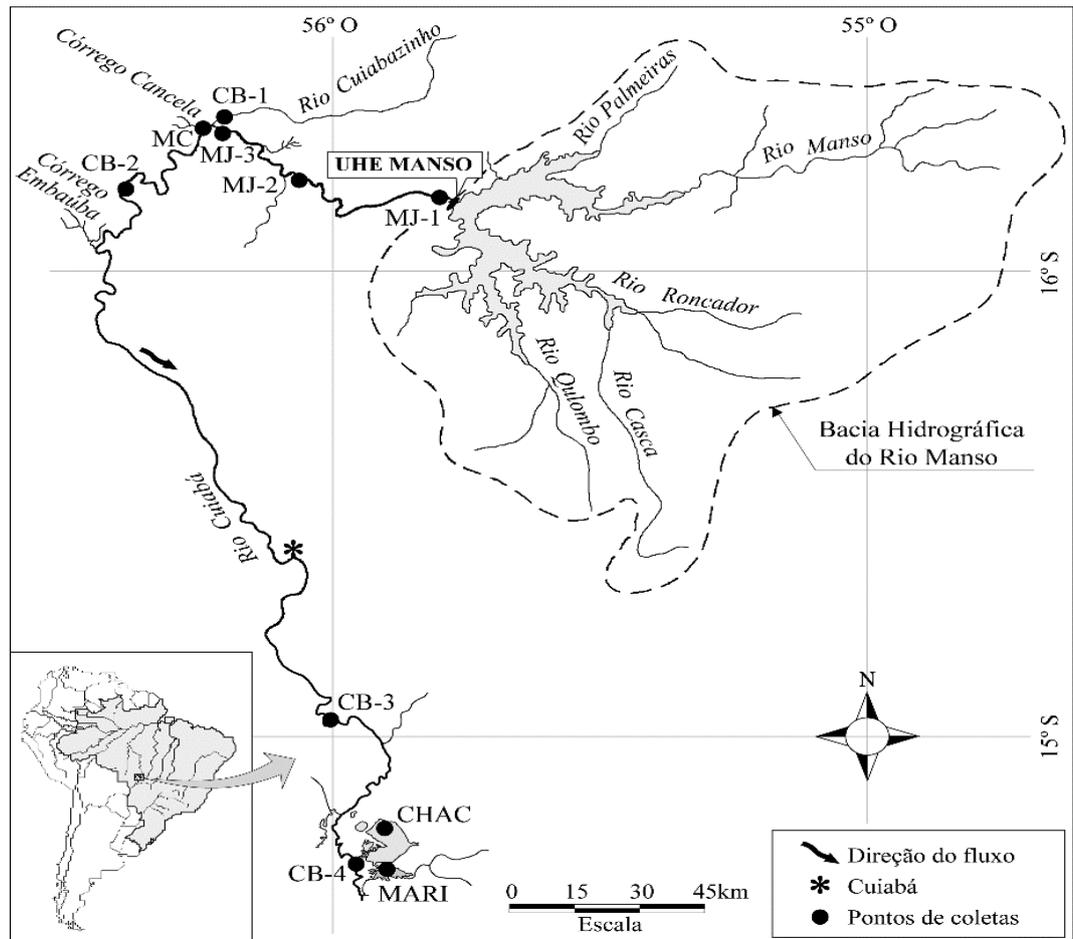


Figura 1. Mapa esquemático da bacia do Rio Cuiabá com indicação dos pontos de amostragem.

Os indivíduos capturados foram anestesiados (benzocaína), identificados e tiveram os seguintes dados registrados: data de captura, ponto de amostragem, aparelho de pesca, número do indivíduo, espécie, comprimento total (cm), comprimento padrão (cm), peso total (0,1 g); peso das gônadas; sexo e fase de desenvolvimento gonadal.

As fases de desenvolvimento gonadal foram determinadas macroscopicamente, levando-se em consideração suas características relacionadas à cor, transparência, vascularização superficial, flacidez, tamanho e posição na cavidade abdominal e, especificamente no caso dos ovários, o grau de visualização dos ovócitos. Utilizou-se uma escala de maturação constituída pelos seguintes estádios: imaturo (nunca desovou), desenvolvimento (início de desenvolvimento, não apto para desova), aptos para desova (maduro e semi-esgotado), regressão (termino de desova, esgotado) e regeneração (em recuperação, repouso), seguindo o proposto por Brown-Peterson et al. (2011). A identificação taxonômica das espécies foi realizada de acordo com Britski, Silimon, & Lopes (2007).

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Foi calculado o índice gonadossomático (RGS) a partir da fórmula: $RGS = W_g/W_t \cdot 100$ (Vazzoler, 1996). Os padrões espaciais na atividade reprodutiva foram estimados a partir dos valores do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR; Dei Tós et al., 2002) para fêmeas adultas, ou seja, excluiu-se machos e fêmeas imaturas do cálculo. Esses valores foram estimados para cada espécie, ponto de amostragem, mês e ano. O IAR foi calculado apenas para as espécies com a captura de pelo menos três fêmeas com ovários classificados como “aptas para desova”, sendo baseado na equação:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) * \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} * 100$$

onde:

N_i = nº de indivíduos na unidade amostral i

n_i = nº de indivíduos em reprodução na unidade amostral i

N_m = nº de indivíduos na maior unidade amostral i

n_m = nº de indivíduos em reprodução na unidade amostral n

RGS_i = RGS média dos indivíduos em reprodução na unidade amostral i

RGS_e = maior valor individual do RGS

RGS = (peso das gônadas x 100) / peso total

Para o propósito dessa análise, a atividade reprodutiva foi considerada relevante quando os valores (IAR) foram superiores a três.

Considerando a distribuição espacial desses pontos e sua fisiografia, as estações de amostragem foram agrupadas como lagoas (LAG - CHAC e MARI), planície pantaneira (PLA - CB3 e CB4), cabeceira da bacia (CAB - CB2, CB1, MC, MJ3 e MJ2) e jusante da barragem (CABE- MJ1). A separação de MJ1 dos demais pontos de cabeceira decorre do fato de estar localizada imediatamente abaixo da barragem da UHE Manso e, portanto, representando ponto de concentração de peixes dada a impossibilidade de dispersão a montante e a atração exercida pelo fluxo da água (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007), a qual foi observada na análise da distribuição das espécies.

Para a busca de um possível padrão de distribuição das espécies em reprodução na bacia e verificar se o caráter migratório dos peixes pode ser indicado por sua distribuição espacial, foi realizada uma análise de coordenadas principais (PCoA; Legendre, Legendre, & Legendre,

1998) tendo como base os valores de IAR calculados para cada espécie e amostra (local, mês e ano). Considerando-se que a natureza dos valores de IAR compõem-se de dados mistos, onde os valores zero significam ausência de reprodução (variável qualitativa), e demais valores representam a intensidade da reprodução (variável contínua), primariamente à PCoA, os dados de IAR (transformados em raiz quadrada) foram transformados em uma matriz de similaridade de Gower (Gower, 1971). Finalmente, para identificar quais as espécies que mais contribuíram para a ordenação das amostras, em função do IAR, os escores dos dois primeiros eixos da PCoA foram correlacionados com os valores do IAR das espécies pelo coeficiente de correlação de Pearson (ver Gomes et al., 2012).

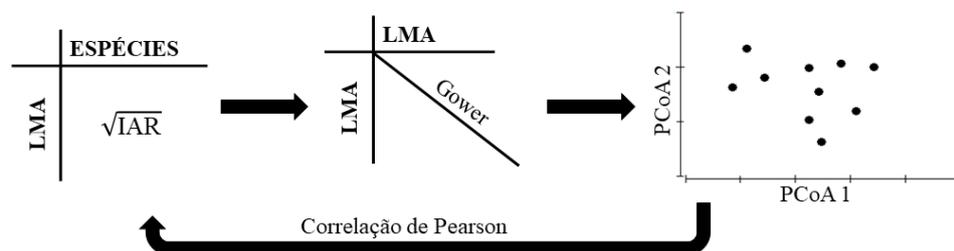


Figura 2. Modelo esquemático da análise de dados adotada para obter valores de correlação das espécies da bacia do Rio Cuiabá como primeiro filtro para classificação dos peixes em sedentários e migradores. LMA= Local + mês + ano.

A PCoA foi realizada no *software* PRIMER-E + PERMANOVA 6.0 (Anderson, Gorley, & Clarke, 2008), as correlações no *software* R (R Core Team, 2017) com o pacote “psych”(Revelle 2017), e os gráficos construídos no *software* Statistica 10.0 (StatSoft, Inc. 2011).

Os valores de correlação (Cor 1) foram confrontados com os dados de distribuição e reprodução (Fig.2). A distribuição foi classificada por ocorrência (machos e fêmeas) apenas na cabeceira (D1), ampla (D2) e pantanal (D3), e foi considerada com distribuição ampla, as espécies com presença em qualquer um dos pontos das lagoas ou planície e presença em algum dos pontos da cabeceira. Além disso, também foram classificadas de acordo com a atividade reprodutiva, considerando o valor máximo de IAR por amostra como segue: apenas cabeceira (R1), ampla (R2) e pantanal (R3). Foram consideradas migradoras (média e longa distância) apenas aquelas espécies com ampla distribuição (D2) e atividade reprodutiva intensa apenas nas cabeceiras da bacia (R1).

3 RESULTADOS

Foram capturadas 148 espécies durante o período de amostragem, das quais 85 (56%) apresentaram ao menos três fêmeas na fase “apta para desova”, critério estabelecido para inclusão das espécies nas análises. Considerando o conjunto das espécies registradas, independente da estratégia de vida, constatou-se que todos os locais amostrados durante o período reprodutivo apresentaram espécies com atividade reprodutiva (Fig. 3). A atividade reprodutiva das espécies registradas, indicada pelos valores médios de IAR, foi maior na foz do rio Manso (MJ3), no trecho imediatamente abaixo da barragem (MJ1) e na lagoa Sinhá Mariana (MARI), sendo menor no trecho mais inferior do rio Cuiabá, no Pantanal (CB4) (Fig. 3).

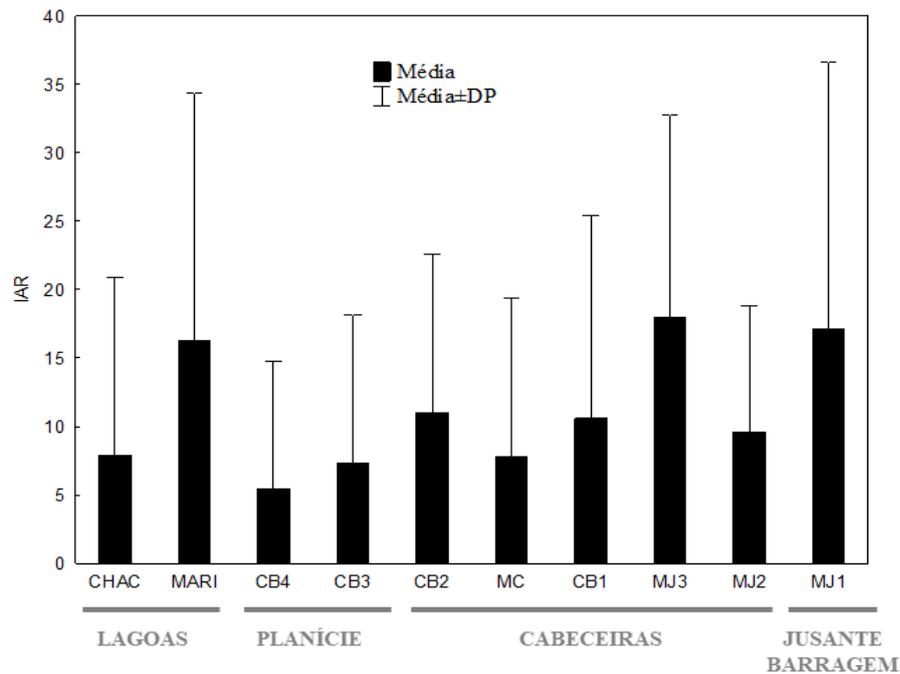


Figura 3. Média e desvio padrão dos valores do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) estimados para as espécies de peixes capturadas durante o período reprodutivo (outubro a fevereiro) nos pontos amostrados na bacia do Rio Cuiabá entre 2000 e 2004.

A ordenação, representada pelos dois primeiros eixos da PCoA explicou 48% da variação do IAR. O primeiro eixo da PCoA correspondeu a 37,4% dessa variação. Evidenciando que existe um possível padrão na composição de espécies que se reproduzem nas lagoas (LAG = MARI e CHAC) e na calha do Cuiabá na planície pantaneira (PLA=CB4 e CB3), que é diferente daquele nos trechos localizadas acima delas, aqui classificadas como cabeceira (CAB: CB2, CB1, MC, MJ3 e MJ2) (Fig. 4).

O eixo 2 correspondeu a 11% da variação dos dados, sendo que os escores mais negativos referem-se às amostras com espécies em atividade reprodutiva na cabeceira, principalmente aquelas coletadas no ponto logo abaixo da barragem (CABE).

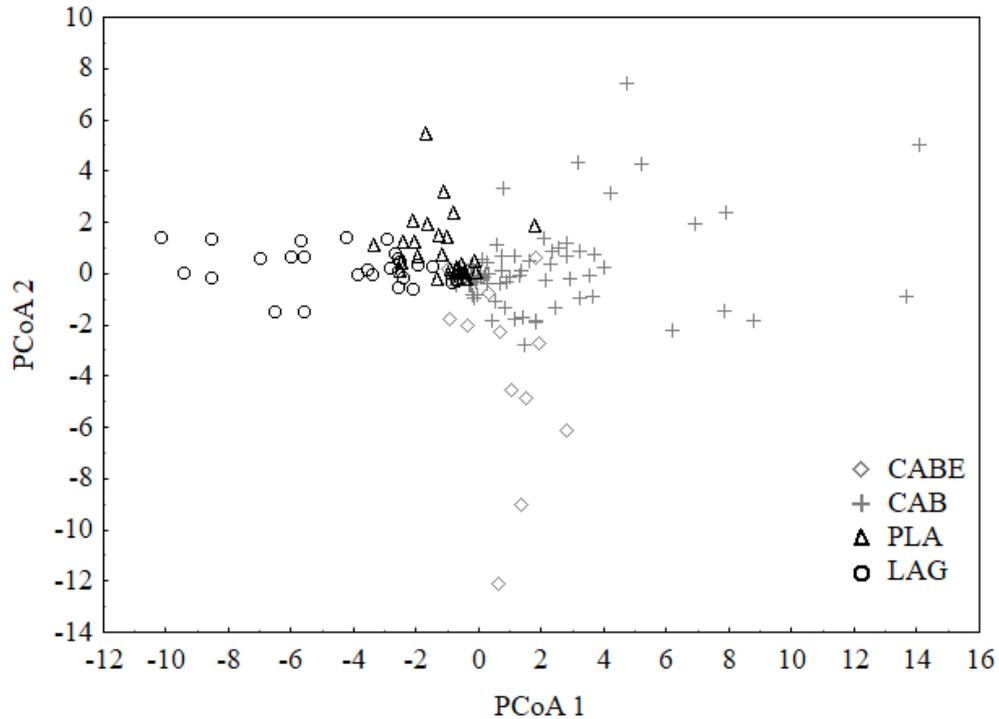


Figura 4. Representação gráfica dos escores dos dois eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) tendo como base a matriz de distância dos valores transformados do índice de atividade reprodutiva em diferentes áreas da bacia do rio Cuiabá. CABE=Cabeceira especial (MJ1), CAB=Cabeceiras, PLA=Planície e LAG=Lagoas.

O resultado da PCoA mostrou que as espécies com reprodução principalmente na cabeceira tiveram valores de correlação positivos, em contraste com negativos para as espécies com reprodução principalmente na planície Pantaneira, assim nosso primeiro filtro para determinar migradores foi valores positivos na correlação com primeiro eixo (Fig. 5)

	Cor 1	DIST	REP	CLASSIFICAÇÃO
ESPÉCIE	+	D2	R1	MIGRADORA
	+		R2	SEDENTÁRIA
	+		R3	SEDENTÁRIA
	+	D1		SEDENTÁRIA
	+	D3		SEDENTÁRIA
	-			SEDENTÁRIA

Figura 5. Filtro obtido para classificação das espécies em sedentárias e migradoras na Bacia do rio Cuiabá. Cor 1 é a correlação do eixo 1 da PCoA com valores de IAR; DIST é a distribuição da espécie na área (D1= cabeceira, D2=ampla; D3= Pantanal); RPD é a indicação dos locais de reprodução (R1= cabeceira; R2=ampla; R3= Pantanal). Para a espécie ser considerada migradora ela deve apresentar valores positivos na correlação com o Eixo 1, ampla distribuição (D2) e reprodução exclusiva na cabeceira (R1).

As espécies sedentárias (Tab. 1) são aquelas que apresentaram correlações negativas entre o eixo 1 da PCA e a matriz original de dados do IAR ou correlações positivas entre o eixo 1 da PCA e a matriz original de dados do IAR, porém com distribuição restrita a cabeceira (D1) ou planície pantaneira (D3) ou ainda correlações positivas entre o eixo 1 da PCA e a matriz original de dados do IAR e atividade reprodutiva intensa registrada por toda a bacia (R2) ou apenas na planície pantaneira (R3).

Das 85 espécies que passaram pelo filtro, 42 apresentaram valores positivos na correlação com o primeiro eixo da PCoA e valores de IAR, sendo que 24 não atingiram demais critérios, assim, 18 foram classificadas como migradoras, 59 sedentárias e 8 mesmo apresentando mais que três fêmeas em reprodução tiveram um baixo número de indivíduos coletados, o que impossibilitou sua classificação, reportando o resultado DI (dados insuficientes).

Das 18 espécies ora classificadas como migradoras, 14 são reconhecidas nessa categoria pela literatura (ver Tab. 1). Assim, a classificação com os critérios espaciais de atividade reprodutiva inclui mais quatro espécies, ou seja, *Auchenipterus osteomystax* (Miranda Ribeiro 1918), *Cynopotamus kincaidi* (Schultz 1950), *Iheringichthys labrosus* (Lütken 1874) e *Pimelodus argenteus* Perugia 1891. Por outro lado, espécies consideradas migradoras de longa distância como *Ageneiosus inermis* (Linnaeus, 1766), *Hemiodus orthonops* Eigenmann & Kennedy 1903, *Leporinus friderici* (Bloch 1794), *Oxydoras kneri* Bleeker 1862, *R. vulpinus*, *Schizodon borellii* (Boulenger 1900) e *Triportheus nematurus* (Kner 1858) foram registradas em alta atividade reprodutiva em trechos baixos e altos da bacia (Tab.1). Ressalta-se, no entanto, os valores marcadamente crescentes no IAR desde as lagoas até a cabeceira.

Tabela 1. Valores da correlação (Cor) entre dos eixos 1 e 2, distribuição (DIST) da espécie e reprodução da espécie (RPD) na bacia do rio Cuiabá. DI = dados insuficientes; DIST (D1=apenas cabeceira, D2=toda a bacia; D3=apenas planície pantaneira). RPD (R1= apenas cabeceira; R2=toda a bacia; R3=planície pantaneira). Literatura refere-se à trabalhos científicos publicados descrevendo a presença do caráter migrador na espécie em algum momento, independentes dos resultados do estudo. LS_{max} = Comprimento padrão máximo (cm) da espécie amostrado.

ESPÉCIE	Cor 1	Cor 2	DIST	RPD	CLASSIFICAÇÃO	LITERATURA	LS_{max}
<i>Auchenipterus osteomystax</i> (Miranda Ribeiro 1918)	0,06	-0,09	D2	R1	MIGRADORA		24
<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes 1850)	0,22	-0,08	D2	R1	MIGRADORA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Makrakis et al., 2007; Oliveira et al., 2015	42
<i>Cynopotamus kincaidi</i> (Schultz 1950)	0,26	0,20	D2	R1	MIGRADORA		24,5
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes 1840)	0,48	0,27	D2	R1	MIGRADORA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Makrakis et al., 2007; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008; Oliveira et al., 2015	56
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken 1874)	0,39	0,09	D2	R1	MIGRADORA		20,00
<i>Leporinus striatus</i> Kner 1858	0,40	0,45	D2	R1	MIGRADORA	Thomé et al., 2005	14,3
<i>Megaleporinus aff. piavussu</i> (Britski, Birindelli & Garavello 2012)	0,3	-0,24	D2	R1	MIGRADORA	Oliveira et al., 2015	31,5
<i>Megaleporinus macrocephalus</i> (Garavello & Britski 1988)	0,01	-0,01	D2	R1	MIGRADORA	Makrakis et al., 2007; Oliveira et al., 2015	43,5
<i>Mylossoma duriventre</i> (Cuvier 1818)	0,38	-0,35	D2	R1	MIGRADORA	Araújo-Lima & Ruffino, 2003	21,5
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg 1887)	0,07	-0,07	D2	R1	MIGRADORA	Makrakis et al., 2007; Polaz, Ferreira, & Petreire Júnior, 2017	67,2
<i>Pimelodus argenteus</i> Perugia 1891	0,41	0,08	D2	R1	MIGRADORA		33,5
<i>Pimelodus pantaneiro</i> Souza-Filho & Shibatta 2007	0,47	-0,23	D2	R1	MIGRADORA	Makrakis et al., 2007	26,8
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes 1837)	0,46	-0,24	D2	R1	MIGRADORA	Makrakis et al., 2007; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008; Oliveira et al., 2015	45,6
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz 1829)	0,26	0,02	D2	R1	MIGRADORA	Abrial et al., 2014; Oliveira et al., 2015	122
<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> Eigenmann & Eigenmann 1889	0,07	0	D2	R1	MIGRADORA	Abrial et al., 2014; Oliveira et al., 2015	114
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier 1816)	0,33	-0,29	D2	R1	MIGRADORA	Makrakis et al., 2007; Oliveira et al., 2015	66

Cont. de /

<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider 1801)	0,47	-0,14	D2	R1	MIGRADORA	Oliveira et al., 2015; Polaz, Ferreira, & Petrere Júnior, 2017	51
<i>Zungaro jahu</i> (Ihering 1898)	0,05	0,21	D2	R1	MIGRADORA	Suzuki et al., 2004; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	134
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i> Menezes 1992	-0,31	0,35	D2	R2	SEDENTÁRIA		25,5
<i>Ageneiosus inermis</i> (Linnaeus, 1766)	-0,09	-0,01	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	54
<i>Ageneiosus ucayalensis</i> Castelnau 1855	-0,52	-0,09	D2	R3	SEDENTÁRIA		34
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	0,05	0,07	D1	R1	SEDENTÁRIA		8,9
<i>Astyanax abramis</i> (Jenyns, 1842)	0	0,12	D2	R1	SEDENTÁRIA		10,1
<i>Astyanax marionae</i> Eigenmann 1911	0,1	0,39	D1	R1	SEDENTÁRIA		7,4
<i>Auchenipterus nigripinnis</i> (Boulenger 1895)	0,11	0,01	D2	R2	SEDENTÁRIA		22,5
<i>Curimatella dorsalis</i> (Eigenmann & Eigenmann 1889)	-0,38	-0,09	D2	R2	SEDENTÁRIA		11,3
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello 1966	-0,16	-0,04	D2	R3	SEDENTÁRIA		21,5
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes 1836)	-0,38	0	D2	R2	SEDENTÁRIA		24
<i>Epapterus dispilurus</i> Cope 1878	-0,25	-0,08	D3	R3	SEDENTÁRIA		14,2
<i>Galeocharax humeralis</i> (Valenciennes 1834)	0,12	-0,06	D2	R2	SEDENTÁRIA		23,5
<i>Hemiodus orthonops</i> Eigenmann & Kennedy 1903	0,24	-0,16	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho et al., 2007; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008	26
<i>Hemiodus semitaeniatus</i> Kner 1858	0	0,09	D1	R1	SEDENTÁRIA		19,5
<i>Hoplias aff. malabaricus</i> (Bloch 1794)	0,19	0,13	D3	R2	SEDENTÁRIA		37
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz 1829	-0,34	-0,07	D3	R3	SEDENTÁRIA		40
<i>Hypoptopoma inexpectatum</i> (Holmberg 1893)	-0,27	-0,18	D2	R3	SEDENTÁRIA		7,4
<i>Hypostomus boulengeri</i> (Eigenmann & Kennedy 1903)	-0,15	-0,05	D5	R3	SEDENTÁRIA		25

Fonte: RAUBER, R.G., 2018.

Cont. como /

Cont. de /

<i>Hypostomus cochliodon</i> Kner 1854	0	-0,11	D2	R2	SEDENTÁRIA		26,8
<i>Hypostomus latifrons</i> Weber 1986	-0,06	-0,12	D3	R3	SEDENTÁRIA		28
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering 1905)	0,2	0,31	D1	R1	SEDENTÁRIA		35,5
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes 1850)	0,3	-0,19	D1	R1	SEDENTÁRIA	Meschiatti & Arcifa, 2009	18,6
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch 1794)	0,18	0,18	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho et al., 2003, 2007; Meschiatti & Arcifa, 2009	34,5
<i>Leporinus lacustris</i> Amaral Campos 1945	-0,17	0,02	D3	R3	SEDENTÁRIA		23
<i>Loricariichthys labialis</i> (Boulenger 1895)	-0,36	-0,06	D3	R3	SEDENTÁRIA		23,6
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen 1979	-0,15	-0,04	D2	R2	SEDENTÁRIA		28
<i>Metynnis cuiaba</i> Pavanelli, Ota & Petry 2009	-0,51	-0,11	D3	R3	SEDENTÁRIA		14,5
<i>Moenkhausia dichroua</i> (Kner 1858)	-0,39	0,27	D2	R2	SEDENTÁRIA		7,9
<i>Myloplus levis</i> (Eigenmann & McAtee 1907)	-0,46	-0,06	D3	R3	SEDENTÁRIA		15,6
<i>Ossancora eigenmanni</i> (Boulenger 1895)	-0,21	0,01	D3	R3	SEDENTÁRIA		8,8
<i>Oxydoras kneri</i> Bleeker 1862	-0,18	-0,08	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho et al., 2007; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	66
<i>Pachyurus bonariensis</i> Steindachner 1879	-0,54	-0,09	D3	R3	SEDENTÁRIA		20,2
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	-0,5	-0,08	D2	R3	SEDENTÁRIA		16,5
<i>Parodon nasus</i> Kner 1859	0	0,09	D1	R1	SEDENTÁRIA		10,8
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes 1837)	-0,09	-0,03	D3	R3	SEDENTÁRIA		33
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes 1835)	-0,4	-0,14	D2	R2	SEDENTÁRIA		17,5
<i>Pimelodella mucosa</i> Eigenmann & Ward 1907	-0,13	0,06	D2	R3	SEDENTÁRIA		10,7

Fonte: RAUBER, R.G., 2018.

Cont. como /

Cont. de /

<i>Pinirampus pinirampu</i> (Spix & Agassiz 1829)	-0,07	-0,21	D2	R3	SEDENTÁRIA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	64
<i>Plagioscion ternetzi</i> Boulenger 1895	-0,61	-0,11	D3	R3	SEDENTÁRIA		35
<i>Poptella paraguayensis</i> (Eigenmann 1907)	-0,5	-0,11	D3	R3	SEDENTÁRIA		6,2
<i>Potamorhina squamoralevis</i> (Braga & Azpelicueta 1983)	0,21	-0,37	D2	R2	SEDENTÁRIA		26
<i>Psectrogaster curviventris</i> Eigenmann & Kennedy 1903	-0,1	-0,14	D2	R2	SEDENTÁRIA		17,5
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes 1821)	0,19	-0,03	D2	R2	SEDENTÁRIA	Makrakis et al., 2007; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008; Oliveira et al., 2015	76
<i>Pterygoplichthys ambrosetii</i> (Holmberg 1893)	-0,56	-0,07	D2	R2	SEDENTÁRIA		46
<i>Pygocentrus nattereri</i> Kner 1858	-0,56	-0,28	D2	R2	SEDENTÁRIA		34,8
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz 1829	0,57	-0,32	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho et al., 2007; Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007; Makrakis et al., 2007; Bailly, Agostinho, & Suzuki, 2008	71,5
<i>Roeboides affinis</i> (Günther 1868)	0,30	0,51	D2	R2	SEDENTÁRIA		14
<i>Roeboides descalsvadensis</i> Fowler 1932	-0,22	-0,04	D2	R2	SEDENTÁRIA		7,2
<i>Roeboides microlepis</i> (Reinhardt 1851)	0,20	-0,35	D2	R2	SEDENTÁRIA		20,3
<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger 1900)	0,48	-0,44	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	35
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner 1858	-0,49	0,01	D2	R2	SEDENTÁRIA		20,5
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes 1837	-0,54	0,17	D2	R2	SEDENTÁRIA		25
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez 1948)	0,21	0,59	D2	R2	SEDENTÁRIA		14
<i>Sturisoma barbatum</i> (Kner 1853)	-0,10	-0,05	D2	R2	SEDENTÁRIA		30
<i>Tetragonopterus argenteus</i> Cuvier 1816	-0,43	-0,17	D2	R2	SEDENTÁRIA		11,5

Fonte: RAUBER, R.G., 2018.

Cont. como /

Cont. de /

<i>Thoracocharax stellatus</i> (Kner 1858)	0,06	-0,01	D2	R2	SEDENTÁRIA		5,5
<i>Trachydoras paraguayensis</i> (Eigenmann & Ward 1907)	-0,56	-0,04	D3	R3	SEDENTÁRIA		12,5
<i>Triportheus nematurus</i> (Kner 1858)	0,37	-0,43	D2	R2	SEDENTÁRIA	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	22
<i>Triportheus pantanensis</i> Malabarba 2004	-0,13	0,06	D2	R2	SEDENTÁRIA		16
<i>Abramites hypselonotus</i> (Günther 1868)	0,17	-0,20	-	-	DI		12
<i>Crenicichla vittata</i> Heckel 1840	0,05	0,58	-	-	DI		31
<i>Cyphocharax gillii</i> (Eigenmann & Kennedy 1903)	0,03	0,48	-	-	DI		8
<i>Hypostomus latirostris</i> (Regan, 1904)	0,03	0,52	-	-	DI		19,7
<i>Megalonema platanum</i> (Günther 1880)	0,05	0,02	-	-	DI	Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007	29
<i>Pimelodella megalura</i> Miranda Ribeiro 1918	-0,48	-0,11	-	-	DI		20
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner 1855)	0,03	-0,02	-	-	DI		20,5
<i>Schizodon isognathus</i> Kner 1858	0	-0,01	-	-	DI		30

Fonte: RAUBER, R. G., 2018.

4 DISCUSSÃO

A ampla distribuição na bacia, a segregação espacial dos indivíduos com distintos estádios de desenvolvimento gonadal e a maior atividade reprodutiva nos segmentos superiores da bacia se mostraram como critérios consistentes na distinção das espécies migradoras na comunidade. As espécies sedentárias apresentaram diferentes padrões de distribuições, algumas foram encontradas apenas em lagoas ou na planície, outras apenas na calha do rio (reofílicas), enquanto outras foram observadas ocupando toda a bacia, porém em amplos trechos com atividade reprodutiva. De fato, peixes em atividade reprodutiva foram registrados ao longo de toda a bacia, envolvendo 57% das espécies, entretanto, o número de espécies para as quais foram registradas atividades reprodutivas incipientes ou nula em toda a região foi elevado (63 espécies), sendo que a maioria dessas espécies foram esporádicas nas amostragens, como esperado em comunidades bióticas (Krebs, 1999; Valentin, 2000). Além disso, deve ser considerado a possibilidade de algumas espécies com cuidado parental terem seu pico de desova em estações seca do Pantanal (Emiko Kawakami Resende, 2008), no entanto esse fator não altera a distribuição e reprodução das demais espécies.

O percentual de migradoras em relação ao conjunto analisado (21%) esteve coerente com o que é registrado em bacias brasileiras de porte similar como por exemplo a do alto rio Paraná (Agostinho et al., 2004), médio rio Tocantins (Agostinho, Akama, & Lucinda, 2009), médio rio Paraná (Abrial et al., 2014) ou na bacia do médio rio Mogi-Guaçu (Meschiatti & Arcifa, 2009).

Das quatro espécies que estão sendo propostas como migradoras neste trabalho, *P. argenteus* é uma espécie cuja inclusão no grupo dos migradores não é fato extraordinário, dado que esse gênero apresenta outras espécies migradoras (Lucas & Baras, 2001; Joachim Carolsfeld et al., 2003). Ressalta-se, no entanto, que espécies de *Pimelodus*, como o *P. pantaneiro*, anteriormente identificado como *P. maculatus*, são bem-sucedidos na ocupação de reservatórios hidrelétricos, mesmo aqueles com reduzido trecho livre a montante ou nos tributários laterais (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). A inclusão de *A. osteomystax* entre as espécies migradoras foi o resultado mais inesperado desse estudo, dado que ela apresenta fecundação interna (Mazzoldi et al., 2007), portanto com traços reprodutivos mais próximos a espécies com cuidado parental. Também um outro mandi *I. labrosus*, uma espécie bentófaga muito comum em reservatórios, não reconhecida como migradora em ambientes naturais, apresentou padrão de segregação de fases de desenvolvimento gonadal bem ajustado ao padrão definido como de migradores. Ressalta-se que *A. osteomystax* e *I. labrosus*, embora com ampla

distribuição no corpo do reservatório de Itaipu, reproduzem essencialmente no trecho fluvial desse reservatório (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). Dado que o reservatório tem uma extensão de aproximadamente 150 km (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007), desprende-se que essas espécies desenvolvem deslocamentos reprodutivos nesse ambiente. Os padrões de segregação de fêmeas em reprodução de *C. kincaidi* (Schultz, 1950) foram compatíveis com migração, ao contrário do que mostra a literatura, que a classifica como uma espécie que não apresenta cuidado parental, possui fecundação externa e estratégias não migradoras (Vazzoler & Menezes, 1992; Agostinho & Júlio-Júnior, 1999). É oportuno ressaltar que sua distribuição na área não foi homogênea, sendo que 84% das capturas ocorreu nos trechos altos da bacia, indicando que novas avaliações devem ser realizadas sobre o caráter migrador dessa espécie.

Entre as espécies classificadas como não migradora ou espécies sedentárias nesse estudo, certamente incluem espécies que desenvolvem curtas migrações, mas que não puderam ser classificadas com os critérios propostos. Nesse grupo devem entrar a maioria das espécies classificadas aqui como sedentárias, porém consideradas migradoras na literatura especializada. Essas espécies (*A. inermis*, *H. orthonops*, *L. vittatus*, *L. friderici*, *O. kneri*, *P. pirinampu*, *R. vulpinus*, *S. borelli* e *T. nematurus*) tem em comum o fato de apresentar seus maiores valores do IAR nos trechos de cabeceira, porém com alguma atividade reprodutiva nas áreas mais baixas da planície. Assim, mesmo encontrando condições favoráveis para sobreviver, crescer e reproduzir em áreas mais restritas (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007), como a planície pantaneira, estas espécies podem apresentar ampla área de vida na presença de espaço para dispersão (Tab. 1). Podemos considerar estas espécies como migradores facultativos, visto que algumas são aptas a colonizar áreas represadas com trechos escassos de ambientes lóticos (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007).

Ainda restam muitas incertezas em relação ao caráter migratório reprodutivo de muitas espécies, incluindo algumas consideradas como tipicamente migradoras na literatura. A escassez de informação e as incertezas a ela associadas decorrem da dificuldade em se avaliar o deslocamento de espécies que apresentam ampla área de vida (Carolsfeld et al., 2003; Godinho & Kynard, 2009). Espécies de hábito reprodutivo migrador movimentam-se durante todos os estádios de vida ao longo do rio usando *habitat* essenciais às distintas fases de seu ciclo de vida (Godinho & Kynard, 2009), sendo reconhecidas por apresentarem segregação temporal e espacial dos habitats usados para reprodução, crescimento e alimentação de seus indivíduos (Northcote, 1998; Agostinho et al., 2003). Entretanto, os trabalhos de marcação de espécies demonstram a complexidade desses deslocamentos (Fredrich, 2003; Barthem et al., 2017), revelando que, embora parte da população retorna após a migração para uma área

chamada residencial, onde permanecem a maior parte do ano, outra parte sequer empreendem a migração todos os anos (Fredrich, 2003; Dodson et al., 2013), dificultando a identificação de segregação espacial entre jovens e adultos.

Os métodos mais efetivos para identificar com maior precisão as espécies migradoras, são baseados em rastreamentos biotelemétricos (Lucas & Baras, 2001) ou mesmo de marcação e captura (Antonio et al., 2007). Porém, poucas espécies migradoras foram identificadas usando estes métodos, ademais, a aplicação desses métodos em grande escala e em um sistema tão complexo como o do Pantanal teria um alto custo (Meschiatti & Arcifa, 2009) e não poderia ser agilizado a tempo de subsidiar decisões acerca da ocupação desse ambiente, que estão em discussão. Isso confere relevância à análise de bancos de dados, como esse analisado no estudo, que auxiliam fornecendo indicações valiosas para o planejamento e manejo da bacia.

O Pantanal Matogrossense apresenta alta representatividade de espécies de peixes que necessitam de ampla área de vida para reproduzir e completar seu ciclo (18 espécies migradoras). Essas espécies são em geral de médio e grande porte e apresentam elevada relevância social e econômica na região, tanto para a pesca artesanal como para o turismo (de Lima, 1986; Mateus, Penha, & Petrere-Júnior, 2004). Dado o espaço demandado para seu ciclo de vida, com *habitat* críticos separados por dezenas ou centenas de quilômetros, essas espécies são as mais afetadas pelas atividades antrópicas, com destaque para os represamentos (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007). Os resultados apresentados demonstram que essas espécies são altamente dependentes dos trechos altos da bacia, que lamentavelmente são também aqueles mais adequados para os aproveitamentos hidrelétricos (Agostinho, Gomes, & Pelicice, 2007).

O entendimento da dinâmica reprodutiva da assembleia de peixes é de extrema importância para a implementação de medidas de orientação, visando à preservação das espécies (Nakatani et al., 2001). A manutenção da diversidade de peixes, especialmente no que se refere às espécies migratórias, depende fortemente da integridade do ecótono terra-água representado pela planície de inundação e por trecho livre de barragens (Agostinho et al., 2004). A análise da distribuição de áreas críticas ao recrutamento e o entendimento das demandas sazonais de fluxo para a integridade dessas áreas são importantes no planejamento e no licenciamento de novas usinas ou no manejo da descarga das barragens a montante visando melhorar o recrutamento da ictiofauna, especialmente as espécies migradoras (Agostinho et al., 2004, 2007).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação por meio das segregações espaciais entre os estádios de desenvolvimento das gônadas, valores máximos de IAR por local e distribuição espacial se mostraram eficazes para classificar as espécies migradoras, as quais necessitam de uma ampla área de vida para conclusão de seu ciclo reprodutivo. O Pantanal Matogrossense apresenta uma rica assembleia de peixes, os quais podem estar ameaçados, assim, identificar o hábito reprodutivo das espécies é de fundamental importância no planejamento de novos empreendimentos e na tomada de medidas de manejo e conservação funcionais. Desta forma, o trabalho auxilia no preenchimento de lacunas existente acerca da reprodução e desenvolvimento das espécies, incluindo sua área de vida e distribuição devido à ausência de estudos sobre os hábitos reprodutivos da assembleia de peixes da região.

REFERÊNCIAS

- Abrial, E., Rabuffetti, A. P., Espínola, L. A., Amsler, M. L., Blettler, M. C. M., & Paira, A. R. 2014. Influence of hydrological changes on the fish community in two lotic environments of the Middle Paraná Floodplain, Argentina. *Aquatic Ecology*, 48: 337–349.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., & Pelicice, F. M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Suzuki, H. I., & Júlio-Júnior, H. F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin Brazil. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, & A. Baer, eds. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. World Fisheries Trust: Victoria, pp. 19–89.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Thomaz, S. M., & Hahn, N. S. 2004. The upper Paraná river and its floodplain: Main characteristics and perspectives for management and conservation. In: S. M. Thomaz, A. A. Agostinho, & N. S. Hahn, eds. *The upper Paraná river and its floodplain physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden: pp. 381–393.
- Agostinho, A. A., & Júlio-Júnior, H. F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: R. H. Lowe-McConnell, ed. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP: São Paulo, pp. 374–400.
- Agostinho, A. A., Marques, E. E., Agostinho, C. S., Almeida, D. A., Oliveira, R. J., & Melo, J.

- R. B. 2007. Fish ladder of Lajeado Dam: Migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5: 121–130.
- Agostinho, C. S., Akama, A., & Lucinda, P. H. F. 2009. Inserção da UHE Peixe Angical na bacia Araguaia-Tocantins e metodologias de amostragem. In: Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. RIMA: São Carlos, pp. 5–13.
- Anderson, M. J., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E. Plymouth, UK.
- Andrade, N. L. R. de, Xavier, F. V., Rodrigues De Freitas Alves, É. C., Silveira, A., & Oliveira, C. U. R. de. 2008. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do rio Manso - MT. *Geociencias*, 27: 237–248.
- Antonio, R. R., Agostinho, A. A., Pelicice, F. M., Bailly, D., Okada, E. K., & Dias, J. H. P. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: Can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology*, 5: 177–184.
- Araújo-Lima, C. A. R. M., & Ruffino, M. L. 2003. Migratory Fishes of the Brazilian Amazon. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, & Anton Baer, eds. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. World Fisheries Trust: Vitoria, Canadá, pp. 233–302.
- Bailly, D., Agostinho, A. A., & Suzuki, H. I. 2008. Species with different reproductive strategies in the cuiaba river, upper Pantanal brazil. *River Research and Applications*, 1229: 1218–1229.
- Barthem, R. B., Goulding, M., Leite, R. G., Cañas, C., Forsberg, B., Venticinque, E., Petry, P., Ribeiro, M. L. D. B., Chuctaya, J., & Mercado, A. 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Scientific Reports*, 7: 1–13.
- Britski, H. A. de, Silimon, K. Z. S., & Lopes, B. S. 2007. *Peixes do Pantanal - manual de identificação*. Corumbá: Embrapa.
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J., & Lowerre-Barbieri, S. K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3: 52–70.
- Carolsfeld, J., Harvey, B., Ross, C., & Baer, A. 2003. *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. World Fisheries Trust.
- de Lima, C., Zeilhofer, P., Dores, E., & Fantin-Cruz, I. 2015. Variabilidade espacial da Qualidade de Água em Escala de Bacias - Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso.

- Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20: 169–178.
- de Oliveira Teles, M. E., & Godinho, H. P. 1997. Ciclo reprodutivo da pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Tres Marias, Rio Sao Francisco. Revista Brasileira de Biologia, 57: 177–184.
- Dei Tós, C., Barbieri, G., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., & Suzuki, H. I. 2002. Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá Reservoir, Brazil. Cybium, 26: 275–282.
- Dodson, J. J., Aubin-Horth, N., Thériault, V., & Páez, D. J. 2013. The evolutionary ecology of alternative migratory tactics in salmonid fishes. Biological Reviews, 88: 602–625.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A. H., Soto, D., Stiassny, M. L. J., & Sullivan, C. A. 2006. Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 81: 163–182.
- Finer, M., & Jenkins, C. N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the andean amazon and implications for andes-amazon connectivity. PLoS ONE, 7: 1–9.
- Fredrich, F. 2003. Long-term investigations of migratory behaviour of asp (*Aspius aspius* L.) in the middle part of the Elbe River, Germany. Journal of Applied Ichthyology, 19: 294–302.
- Godinho, A. L., & Kynard, B. 2009. Migratory fishes of Brazil: Life history and fish passage needs. River Research and Applications, 25: 702–712.
- Gomes, L. C., Bulla, C. K., Agostinho, A. A., Vasconcelos, L. P., & Miranda, L. E. 2012. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. Hydrobiologia, 685: 97–107.
- Gower, J. C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics, 27: 857.
- Harris, M. B., Tomas, W., Mourão, G., Da Silva, C. J., Guimarães, E., Sonoda, F., & Fachim, E. 2005. Safeguarding the pantanal wetlands: Threats and conservation initiatives. Conservation Biology, 19: 714–720.
- Jiménez-Segura, L. F., Palacio, J., & Leite, R. 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River basin, Colombia. Ecology of Freshwater Fish, 19: 178–186.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Columbia: Collins Publishers.

- Legendre, P., Legendre, M., & Legendre, L. 1998. Numerical Ecology (3rd ed.). Amsterdam: Elsevier Science.
- Lima, J. A. F. de. 1986. A pesca no pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: Importância dos peixes migradores). *Acta Amazonica*, 16/17: 87–94.
- Lucas, M. C., & Baras, E. 2001. Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Ltd.
- Makrakis, S., Gomes, L. C., Makrakis, M. C., Fernandez, D. R., & Pavanelli, C. S. 2007. The Canal da Piracema at Itaipu Dam as a fish pass system. *Neotropical Ichthyology*, 5: 185–195.
- Mateus, L. A. de F., Penha, J. M. F., & Petrere-Júnior, M. 2004. Fishing resources in the rio Cuiabá basin, Pantanal do Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2: 217–227.
- Mateus, L. A. de F., & Petrere-Júnior, M. 2004. Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) in the Cuiabá River basin, Pantanal Matogrossense, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64: 257–264.
- Meschiatti, A. J., & Arcifa, M. S. 2009. A review on the fishfauna of Mogi-Guaçu River basin: a century of studies. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 21: 135–159.
- Miller, B., & Kendall-Jr, A. W. 2009. Early life history of marine fishes. University of California Press.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialecki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C., & Pavanelli, C. S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM.
- Northcote, T. G. 1998. Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. In: M. Jungwirth & S. Weiss, eds. *Fish Migration and Fish Bypasses*. Blackwell Science Ltd: London, pp. 3–18.
- Oliveira, A. G., Suzuki, H. I., Gomes, L. C., & Agostinho, A. A. 2015. Interspecific variation in migratory fish recruitment in the Upper Paraná River: Effects of the duration and timing of floods. *Environmental Biology of Fishes*, 98: 1327–1337.
- Pelicice, F. M., Pompeu, P. dos S., & Agostinho, A. A. 2015. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*, 16: 697–715.
- Polaz, C. N. M., Ferreira, F. C., & Petrere Júnior, M. 2017. The protected areas system in Brazil as a baseline condition for wetlands management and fish conservancy: the example of the Pantanal National Park. *Neotropical Ichthyology*, 15: 1–13.

- R Core Team. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Resende, E. K. 2003. Peixes migratórios da Bacia do Paraguai Paraná, excluindo a Bacia do Alto Paraná. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, & A. Baer, eds. Peixes migratórios da América do Sul: biologia, pesca e estado de conservação. World Fisheries Trust: Vitoria, Canadá, pp. 99–156.
- Resende, E. K. 2008. Pulso de inundação: processo ecológico essencial à vida no Pantanal. Embrapa Pantanal-Documents (INFOTECA-E).
- Severi, W. 1999. “A pesca do rio Cuiabá: características e perspectivas.” O Rio Cuiabá como subsídio para a educação ambiental. Cuiabá: EDUFMT.
- Suzuki, H. I., Agostinho, A. A., & Winemiller, K. O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Parana River, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 57: 791–807.
- Suzuki, H. I., Vazzoler, A. E. A. de M., Marques, E. E., Lizama, M. de los A. P., & Inada, P. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: The Upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, Ecology and Conservation. pp. 271–291.
- Thomé, R. G., Bazzoli, N., Rizzo, E., Santos, G. B., & Ratton, T. F. 2005. Reproductive biology of *Leporinus taeniatus* Lütken (Pisces, Anostomidae) in Juramento Reservoir, São Francisco River basin, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 565–570.
- Valentin, J. L. 2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Interciência.
- Vazzoler, A. E. A. D. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM.
- Vazzoler, A. E. A. D. M., & Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira de Biologia*, 52: 627–640.
- Vazzoler, A. E. A. de M., Agostinho, A. A., & Hahn, N. S. 1997. A Planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos. Maringá: EDUEM.
- Winemiller, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 225–241.
- Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I. G., Darwall, W. R. T., Lujan, N. K., Harrison, I., Stiassny, M. L. J., Silvano, R. A. M., Fitzgerald, D. B., Pelicice, F. M., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Albert, J. S.,

- Baran, E., Petrere-Júnior, M., Zarfl, C., Mulligan, M., Sullivan, J. P., Arantes, C. C., Sousa, L. M., Koning, A. A., Hoeninghaus, D. J., Sabaj, M., Lundberg, J. G., Armbruster, J., Thieme, M. L., Petry, P., Zuanon, J., Vilara, G. T., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C. S., Akama, A., van Soesbergen, A., & Saenz, L. 2016. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, 351: 128–129.
- Winemiller, K. O., & Rose, K. A. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 2196–2218.
- Wootton, R. J. 1989. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall.
- Ximenes, L. Q. L., Mateus, L. A. de F., & Penha, J. M. F. 2011. Variação temporal e espacial na composição de guildas alimentares da ictiofauna em lagoas marginais do Rio Cuiabá, Pantanal Norte. *Biota Neotropica*, 11: 205–215.