

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

EVERTON GIACHINI TOSETTO

HABITATS DE DESOVA DE PEIXES MIGRADORES NO TRECHO A JUSANTE DAS
CATARATAS DO IGUAÇU, PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

CASCATEL-PR

Agosto/2013

EVERTON GIACHINI TOSETTO

HABITATS DE DESOVA DE PEIXES MIGRADORES NO TRECHO A JUSANTE DAS
CATARATAS DO IGUAÇU, PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Orientador: Prof. Dr. Sergio Makrakis

CASCADEL-PR

Agosto/2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

Everton Giachini Tosetto

Habitats de desova de peixes migradores no trecho a jusante das Cataratas do Iguaçu,
Parque Nacional do Iguaçu

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:

Prof. Dr. Sergio Makrakis

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Profa. Dra. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Maristela Cavicchioli Makrakis

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em:

Cascavel, 20 de Agosto de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná por ter permitido a realização deste trabalho e ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Makrakis por todo o apoio. Agradeço também às sugestões dadas pela Dra. Maristela Cavicchioli Makrakis e pela Ma. Lucileine de Assumpção e pela ajuda nas análises dada pela Dra. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui.

Agradeço finalmente ao trabalho de todos os membros do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos (Getech) da Unioeste, ao suporte financeiro e na execução das coletas fornecido pela equipe do Macuco Safari e também pelo apoio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade no Parque Nacional do Iguaçu.

SUMÁRIO

Lista de figuras	iv
Lista de tabelas	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Introdução	1
Materiais e métodos	3
<i>Área de estudo e amostragem</i>	3
<i>Coleta e análise laboratorial de peixes</i>	4
<i>Coleta de dados abióticos</i>	4
<i>Análise de dados</i>	5
Resultados	5
<i>Características físico-químicas dos pontos de amostragem</i>	5
<i>Características morfológicas dos pontos de amostragem</i>	7
<i>Estruturação dos habitats da área de estudo</i>	7
<i>Composição de espécies de peixes migradores</i>	8
<i>Reprodução das espécies de peixes migradores</i>	8
<i>Habitats de desova das espécies de peixes migradores</i>	9
<i>Relação entre a reprodução dos peixes migradores e as variáveis abióticas</i>	11
Discussão	12
Conclusões	15
Referências bibliográficas	15

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Localização dos pontos de amostragem no rio Iguaçu	3
Fig. 2 Características físico-químicas da água (A=Temperatura da água, B=Oxigênio dissolvido, C=pH, D= Condutividade elétrica e E=Turbidez) nos pontos de amostragem (média e desvio padrão) e resultados da Análise de Variância	6
Fig. 3 Dendrograma da análise de Cluster	7
Fig. 4 Composição dos peixes migradores na área de estudo	8
Fig. 5 Abundância das categorias de maturação gonadal por espécies migradoras (A) e por local amostrado (B)	9
Fig. 6 Abundancia das categorias de maturação gonadal por local amostrado de <i>R. vulpinus</i> (A), <i>P. lineatus</i> (B), <i>S. brasiliensis</i> (C), <i>L. elongatus</i> (D) e <i>P. ornatos</i> (E)	10
Fig. 7 Análise de Correlação Canônica (CCA) relacionando a reprodução dos peixes migradores (Lelong = <i>L. elongatus</i> , Pcorrus = <i>P. corruscans</i> , Plinea = <i>P. lineatus</i> , Pmacul = <i>P. maculatus</i> , Pornat = <i>P. ornatus</i> , Rvulpi = <i>R. vulpinus</i> e Sbrasi = <i>S. brasiliensis</i>), com as variáveis abióticas	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Descrição dos pontos de amostragem	4
Tabela 2 Características morfológicas dos pontos de amostragem	7

Resumo

Devido a fragmentação do médio Rio Paraná pelas represas de Itaipu e Yacyretá, a conservação das espécies de peixes que realizam migrações reprodutivas depende do sucesso na busca por rotas alternativas para a reprodução. Assim esse trabalho buscou verificar se o trecho do Rio Iguaçu entre as Cataratas do Iguaçu e a sua foz, situada a jusante de Itaipu está sendo usado com área de reprodução dessas espécies e também descrever as características desses habitats. Os resultados evidenciaram que a reprodução de sete espécies de peixes migradores, *Raphiodon vulpinus*, *Prochilodus lineatus*, *Salminus brasiliensis*, *Leporinus elongatus*, *Pimelodus ornatus*, *Pimelodus maculatus* e *Pseudoplatystoma corruscans*, ocorre no trecho estudado, principalmente nos habitats localizados no interior do Parque Nacional do Iguaçu, que apresentam características propícias para a desova e o transporte de ovos e larvas, como altas concentrações de oxigênio dissolvido, corredeiras e correntezas, ampla vegetação ripária e substratos que proporcionam boas condições de abrigo.

Palavras chaves: Peixes migradores, Reprodução, Rio Iguaçu, Cataratas do Iguaçu

Abstract

Due to the fragmentation of the middle Paraná River by the Itaipu and Yacyretá dams, the conservation of migratory fish species depends on the success in the search of alternative routes for reproduction. Thus this study aimed to verify whether the stretch of the Iguaçu river between the Iguaçu Falls and the mouth, located downstream of Itaipu is being used as an area of reproduction of these species and also describe the characteristics of these habitats. The results showed that the reproduction of seven species of migratory fish, *Raphiodon vulpinus*, *Prochilodus lineatus*, *Salminus brasiliensis*, *Leporinus elongatus*, *Pimelodus ornatus*, *Pimelodus maculatus* and *Pseudoplatystoma corruscans*, occurs in the studied stretch, mainly in habitats located within the Iguaçu National Park, which have suitable characteristics for spawning and transport of eggs and larvae for development regions, such as high concentrations of dissolved oxygen, rapids and riffles, wide riparian vegetation and substrates that ensure good cover conditions.

Keywords: Migratory fish, Reproduction, Iguaçu river, Iguaçu falls

Introdução

Várias espécies de peixes realizam algum tipo de migração ao longo de sua vida. Muitas destas espécies, pelos maiores tamanhos, apresentam grande importância econômica para a pesca (Carolsfeld *et al.*, 2003), e também tem importantes funções ecológicas nos ecossistemas, pois proporcionam o transporte de energia e nutrientes ao longo de regiões com diferentes condições tróficas (Allan *et al.*, 2005).

Embora as estratégias migratórias para a América do Sul mudem de acordo com a bacia e a espécie, um padrão geral seria a migração ascendente até as regiões de desova, seguida pela dispersão descendente de ovos, larvas e adultos esgotados até as áreas de desenvolvimento inicial, alimentação e refúgio, nas planícies de inundação. Esse padrão é encontrado principalmente nas bacias dos Rios São Francisco, Paraguai, alto e baixo Paraná (Carolsfeld *et al.*, 2003). Padrões alternativos e muitas vezes bem mais complexos podem ser encontrados na bacia do Rio Amazonas, alto e médio Uruguai e no seguimento do médio Rio Paraná compreendido atualmente entre a barragem de Itaipu e o reservatório de Yacyretá na região da cidade de Posadas, na Argentina (Agostinho *et al.*, 2003; Carolsfeld *et al.*, 2003; Resende, 2003; Zaniboni-Filho & Schulz, 2003).

A barreira histórica dividindo o alto e médio Rio Paraná costumava ser as Sete Quedas de Guaíra. As águas do trecho a jusante, tido como o limite norte para a distribuição de espécies de peixe na bacia, apresentavam grande turbulência, e corriam, até a região da cidade de Posadas na Argentina, por um cânion estreito com margens íngremes, separado dos tributários por quedas próximas a sua confluência, variando de 10 a mais de 100 metros de altura, como no caso das Cataratas do Iguçu. Com o alagamento das Sete Quedas pelo reservatório de Itaipu, este limite passou a ser a barragem da usina, situada 150 km a jusante (Agostinho *et al.*, 1993; Araya *et al.*, 2005; Resende, 2003).

A jusante de Posadas havia uma série de ilhas que tipicamente eram inundadas. Com o fechamento da represa de Yacyretá, essa região foi substituída pelo reservatório (Araya *et al.*, 2005; Resende, 2003). O trecho a montante não apresenta outras áreas com lagoas marginais e zonas litorâneas amplas (Agostinho *et al.*, 1993), o que pode justificar os relatos que sugerem que a produtividade pesqueira está bem menor do que costumava ser antes da construção da hidrelétrica (Araya *et al.*, 2009; Resende, 2003).

Os impactos causados por barramentos como Itaipu e Yacyretá podem prejudicar as

espécies de peixes migradores no trecho a montante pela perda de habitats lóticos e planícies de inundação naturais e sua substituição pelo reservatório, reestruturando as comunidades e modificando as condições da água (Agostinho *et al.*, 1992; Jackson & Marmulla, 2001). A jusante das barragens ocorre a diminuição do fluxo de nutrientes, o controle dos pulsos de inundação e o bloqueio das rotas migratórias (Agostinho *et al.*, 2005; Godinho & Kynard, 2009; Jackson & Marmulla, 2001; Pelicice & Agostinho, 2008). Estudos realizados a jusante de Itaipu indicaram que a fragmentação do Rio Paraná pela barragem impactou a reprodução dos peixes migradores de uma forma maior que o esperado (Agostinho *et al.*, 1993).

Na tentativa de mitigar os impactos causados pela barragem de Itaipu às espécies de peixes migradores, foi construído o Canal da Piracema. A instalação do canal foi bastante controversa, pois juntou duas províncias ictiofaunísticas distintas que anteriormente eram separadas pelas Sete quedas de Guaíra (Makrakis *et al.*, 2007). Além disso, o sistema apresenta problemas em relação a seletividade na passagem a montante (Makrakis *et al.*, 2007; Fontes Júnior *et al.*, 2012) e carece de estudos que avaliem outros aspectos e supostos problemas de sua funcionalidade, comuns a outros sistemas de transposição no Brasil (Agostinho *et al.*, 2007; Agostinho *et al.*, 2011; Pelicice & Agostinho, 2008; Pompeu *et al.*, 2012).

Na ausência de um sistema de transposição que funcione adequadamente, o impacto causado pelo barramento vai depender da possibilidade dos peixes migradores desovarem a jusante da represa ou até mesmo encontrar novas áreas nos tributários mais abaixo (Antonio *et al.*, 2007). A existência de áreas de desova desses peixes na bacia do médio Rio Paraná entre Itaipu e Posadas, então, deve ser verificada. Uma possível rota migratória alternativa para os peixes deste trecho é o Rio Iguaçu, que tem sua confluência com o Rio Paraná poucos quilômetros a jusante da barragem de Itaipu e apresenta-se bastante íntegro devido ao Parque Nacional do Iguaçu. Um pouco acima porém, estão Cataratas do Iguaçu, uma barreira natural para a migração de peixes (Garavello *et al.*, 1997). Além disso, este trecho carece de estudos relacionados aos aspectos do comportamento migratório e reprodutivo das espécies e caracterizando as áreas de reprodução. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar se as espécies de peixes migradores utilizam o trecho do Rio Iguaçu entre as Cataratas do Iguaçu e a sua foz no Rio Paraná como área de reprodução e quais os habitats mais adequados para a desova das espécies estudadas.

Materiais e Métodos

Área de estudo e amostragem

A área de estudo compreendeu o seguimento de aproximadamente 24 quilômetros do Rio Iguazu, situado entre as Cataratas do Iguazu e a sua confluência com o Rio Paraná. Assim como o restante da bacia do médio Rio Paraná entre a barragem de Itaipu e a cidade de Posadas, neste trecho, o rio escoar por um cânion estreito com margens íngremes, sem a presença de áreas alagáveis. A porção superior, mais próxima às Cataratas caracteriza-se por uma série de corredeiras e correntezas com velocidade de fluxo elevada e encontra-se bastante preservada, por estar situada dentro do Parque Nacional do Iguazu. Já na parte inferior, as águas são mais calmas e muitas vezes represadas pelo canal principal do Rio Paraná, a região está mais susceptível a impactos, devido à urbanização intensa em ambas as margens.

As amostragens foram realizadas em 5 pontos do rio (Fig. 1; Tabela 1):

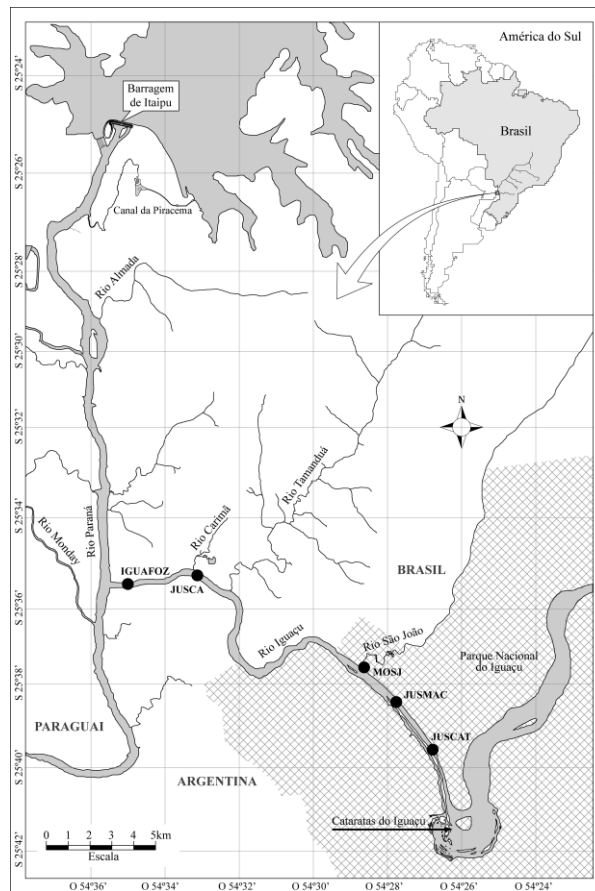


Fig. 1 Localização dos pontos de amostragem no Rio Iguazu

Tabela 1 Descrição dos pontos de amostragem

Ponto	Descrição	Coordenadas
JUSCAT	Ponto mais próximo às Cataratas do Iguaçu	25°39'10,48"S e 54°27'15,00"O
JUSMAC	Ponto situado a jusante do cais do Macuco Safari	25°38'38,33"S e 54°27'42,05"O
MOSJ	Ponto situado a montante da foz do Rio São João no Rio Iguaçu	25°37'53,51"S e 54°28'31,27"O
JUSCA	Ponto situado a jusante da foz do Rio Carimã no Rio Iguaçu	25°35'17,99"S e 54°33'49,73"O
IGUAFOZ	Ponto situado próximo à foz do Rio Iguaçu com o Rio Paraná	25°35'32,08"S e 54°35'18,38"O

Coleta e análise laboratorial de peixes

Em cada ponto de amostragem, as coletas de peixes foram realizadas mensalmente por um período de 24 meses, entre outubro de 2010 e setembro de 2012, com redes de espera de 10 metros com malhas simples variando de 2,4 a 18 cm entre nós opostos e feitiçeras de 6, 7 e 8 cm entre nós opostos, e espinhel com 20 anzóis de 9/00. Os equipamentos de coleta foram instalados às 16:00 horas e revistados a cada 6 horas até às 10:00 horas do dia seguinte.

Os peixes capturados foram transportados ao laboratório do Parque Nacional do Iguaçu, onde foi realizada a identificação (Britski *et al.*, 1999; Graça e Pavanelli, 2007) e dissecados para a determinação do estágio de maturação gonadal, conforme a metodologia proposta por Vazzoler (1996) e reagrupados nas seguintes categorias:

- *Estágios não reprodutivos*: Pertencem a esta categoria indivíduos imaturos, em repouso e em processo de recuperação gonadal.
- *Maturação*: Nesta categoria foram incluídos indivíduos em início de maturação e em maturação avançada.
- *Reprodução*: Nesta categoria foram incluídos indivíduos maduros e semi-esgotados.
- *Esgotados*: Nesta categoria foram incluídos indivíduos esgotados.

Coleta de dados abióticos

Para cada ponto de amostragem, concomitantemente às coletas de peixes, foram registrados os seguintes dados físico-químicos: temperatura da água (°C), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l) e pH, obtidos por sonda multiparamétrica, marca YSI, modelo Pro Plus e turbidez (NTU) obtida por turbidímetro, marca Policontrol, modelo AP 2000 iR.

Ao final das coletas também foi observado para cada ponto o substrato predominante, o tipo de mesohabitat (Harding *et al.*, 2009), a vegetação ripária e a ocupação do solo na região.

Análise de dados

As possíveis diferenças entre os valores médios das variáveis físico-químicas obtidas nos 5 pontos de amostragem foram verificadas através da Análise de Variância Unifatorial (One-way ANOVA), utilizando o software Statistica 8.0 (Statsoft Inc., 2007).

A estruturação dos habitats encontrados na área de estudo com base nas características morfológicas e físico químicas foi verificada através da análise de agrupamento de Cluster, utilizando a medida de distância euclidiana, no software PC-ORD 5.33 (McCune & Mefford, 2006).

As espécies que estiveram desovando na área de estudo foram definidas pela presença de indivíduos incluídos na categoria de maturação gonadal *Reprodução*.

Os habitats de desova das espécies mais representativas foram definidos pelo número de indivíduos na categoria *Reprodução* em cada ponto da área de estudo.

As características estruturais e físico-químicas (após transformação logarítmica) foram relacionadas com a reprodução das espécies de peixes migradores através da Análise de Correlação Canônica (CCA), utilizando o software PC-ORD 5.33 (McCune & Mefford, 2006).

Resultados

Características físico-químicas da água nos pontos de amostragem

Embora as médias das características físico-químicas da água não tenham demonstrado diferenças significativas na análise de variância, a temperatura da água dos pontos localizados fora dos limites do Parque Nacional do Iguaçu foram ligeiramente maiores que nos do interior do mesmo (Fig. 2 A). Os maiores níveis de oxigênio dissolvidos ocorreram no ponto JUSCAT, níveis pouco menores ocorreram nos três pontos seguintes e os menores ocorreram no ponto IGUAFOZ (Fig. 2 B). Os maiores valores de pH ocorreram nos

pontos JUSCAT e JUSCA (Fig. 2 C) e de condutividade elétrica e turbidez no ponto JUSMAC (Fig. 2 D e E).

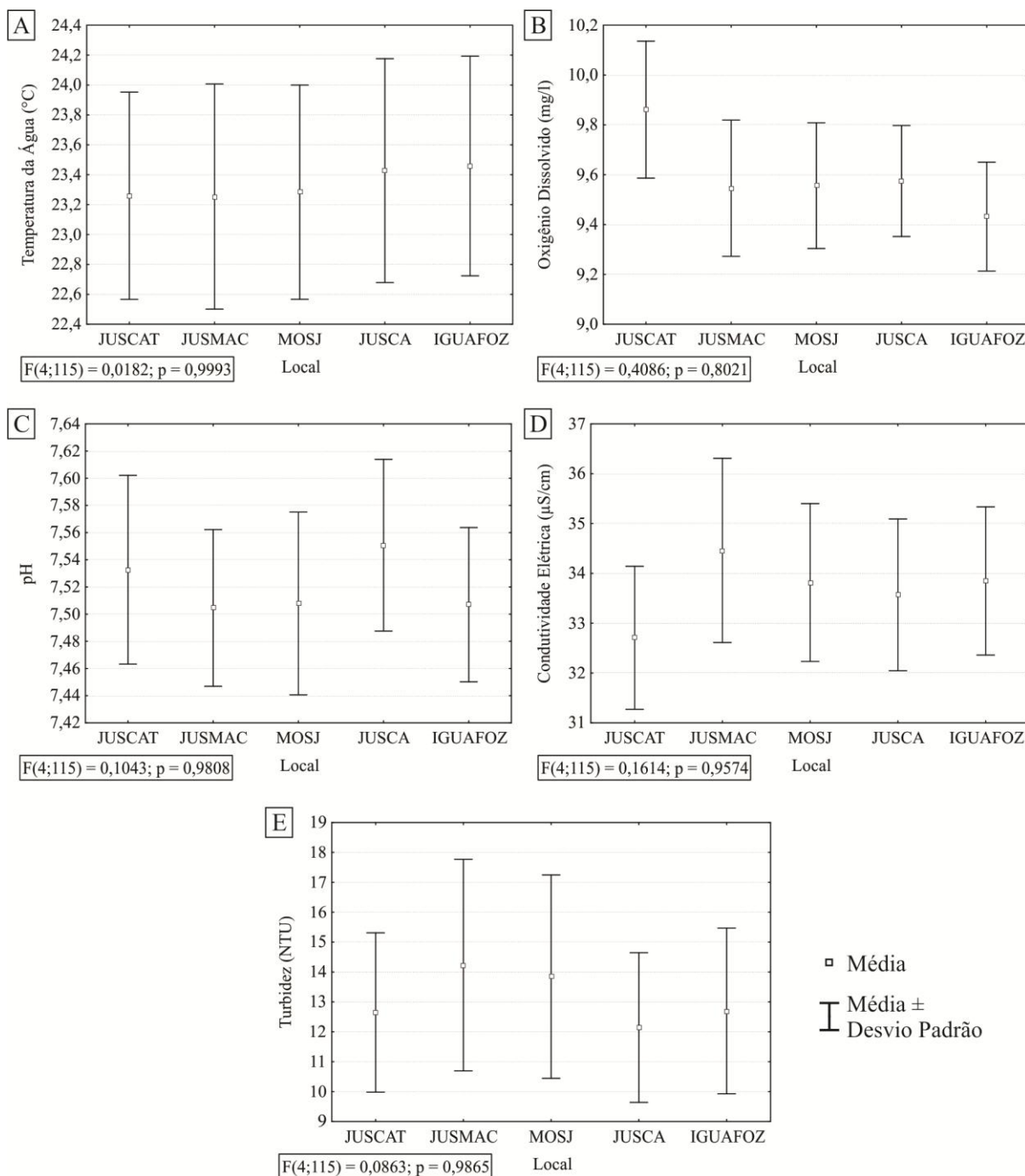


Fig. 2 Características físico-químicas da água (A=Temperatura da água, B=Oxigênio dissolvido, C=pH, D= Condutividade elétrica e E=Turbidez) nos pontos de amostragem (média e desvio padrão) e resultados da Análise de Variância

Características morfológicas dos pontos de amostragem

O tipo de substrato, a forma de escoamento, a largura da vegetação ripária e a ocupação do solo predominante nos pontos de amostragem estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 Características morfológicas dos pontos de amostragem

Local	Substrato predominante	Tipo de mesohabitat	Largura da vegetação ripária	Ocupação do solo predominante
JUSCAT	Rocha matriz / Grandes blocos	Corredeiras	1300 m	Parque nacional
JUSMAC	Rocha matriz / Grandes blocos	Correntezas	1170 m	Parque nacional
MOSJ	Rocha matriz / Grandes blocos	Correntezas	480 m	Parque nacional
JUSCA	Lama / Areia	Águas correntes	140 m	Área urbana
IGUAFOZ	Lama / Areia	Águas correntes	80 m	Área urbana

Estruturação dos habitats da área de estudo

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas nas médias das variáveis físico-químicas da água entre os pontos, com 75% da informação restante, a análise de agrupamento de Cluster dividiu os pontos de amostragem em dois grupos de habitats distintos um para os ambientes localizados dentro do Parque Nacional do Iguazu e outro para os de fora (Fig. 3).

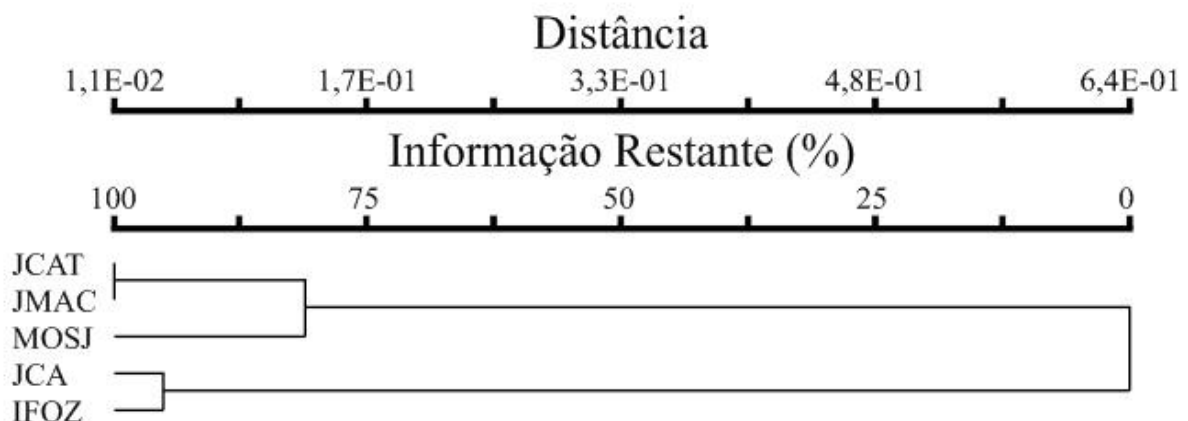


Fig. 3 Dendrograma da análise de Cluster

Composição de espécies de peixes migradores

Foram coletados 541 exemplares de peixes migradores distribuídos em 17 espécies, 7 famílias e 2 ordens. As espécies mais abundantes foram *Rhaphiodon vulpinus* (30,2 %), *Prochilodus lineatus* (18,9 %) e *Salminus brasiliensis* (18%) (Fig. 4).

A maior abundância de peixes migradores ocorreu nos pontos localizados dentro dos limites do Parque Nacional Iguaçu, onde 71,7 % dos indivíduos foram capturados. O ponto mais representativo foi JUSCAT (30,8%), o número de indivíduos decaiu ao longo do curso do rio, até o ponto JUSCA, seguido de um pequeno aumento no ponto IGUAFOZ, que ocorreu principalmente devido à alta abundância de *R. vulpinus* neste local (Fig. 4).

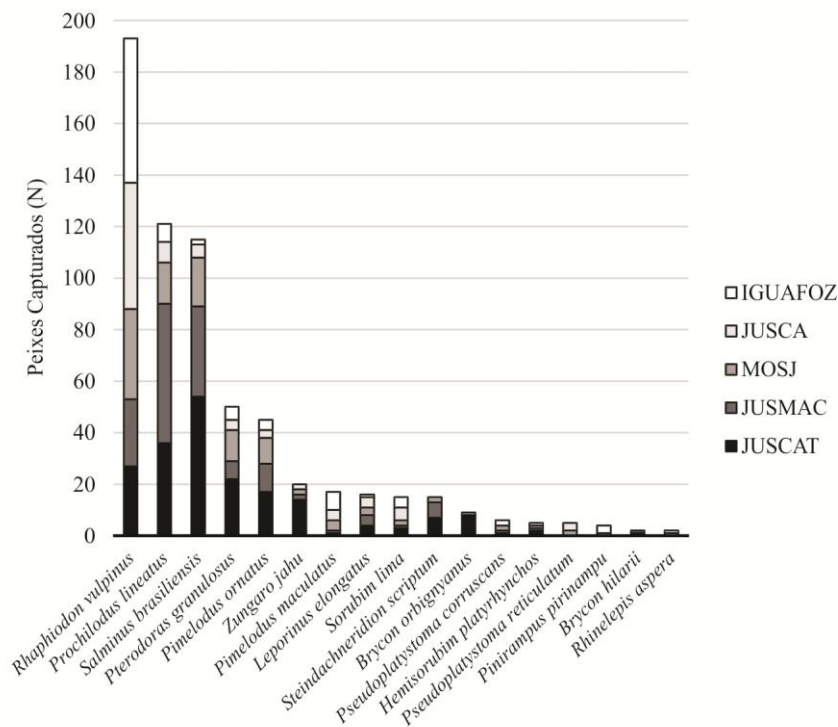


Fig. 4 Composição dos peixes migradores na área de estudo

Reprodução das espécies de peixes migradores

No trecho estudado, 7 espécies migradoras foram encontradas em estágio de reprodução, *R. vulpinus*, *P. lineatus*, *S. brasiliensis*, *Leporinus elongatus*, *Pimelodus ornatus*,

Pimelodus maculatus e *Pseudoplatystoma corruscans*, o que indica que a área estudada pode ser usada para a desova destas espécies. *Brycon orbignyianus*, *Zungaro jahu*, *Sorubim lima*, *Hemisorubim platyrhynchos* e *Pseudoplatystoma reticulatum* foram encontrados em estágio de maturação, mas não em reprodução. *Pterodoras granulosus* e *Pinirampus pirinampu* só foram encontrados em estágios não reprodutivos (Fig 5 A). A reprodução ocorreu principalmente nos pontos localizados na área do Parque Nacional do Iguaçu, decaindo nos pontos a jusante (Fig. 5 B)

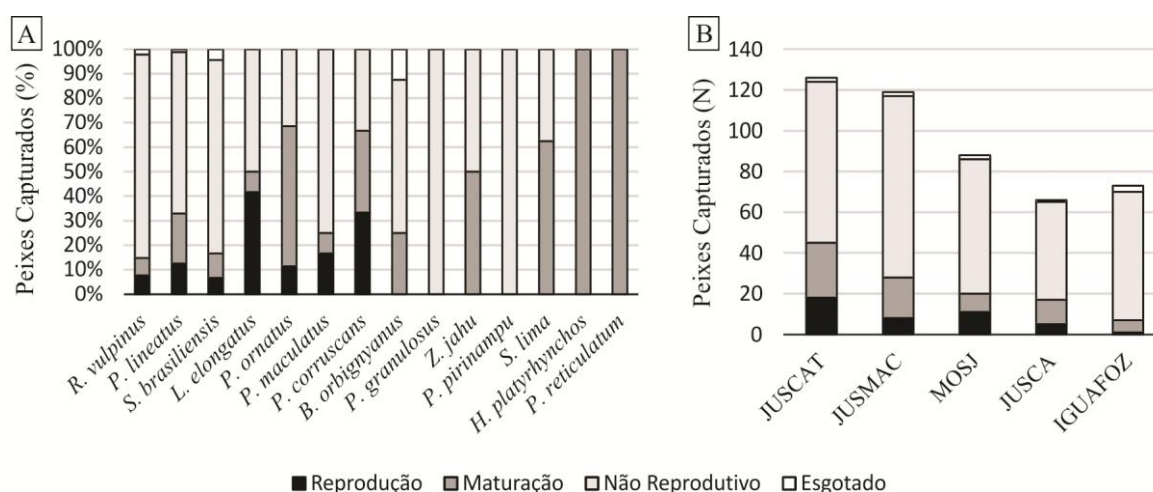


Fig. 5 Abundância das categorias de maturação gonadal por espécies migradoras (A) e por local amostrado (B)

Habitats de desova das espécies de peixes migradores

Os principais habitats de desova de *R. vulpinus* no período amostrado foram os pontos JUSCAT e MOSJ, ambos situados no Parque Nacional do Iguaçu, mas indivíduos em reprodução também foram encontrados nos pontos JUSMAC e JUSCA, este fora do parque, o que demonstra que apesar de haver uma preferência por ambientes mais íntegros com substratos rígidos e águas rápidas e turbulentas, a espécie apresenta versatilidade na escolha das áreas de desova. Indivíduos em estágios não reprodutivos (inclusive esgotados) foram encontrados em grande número nos pontos fora do parque indicando que estas áreas podem servir para outras etapas do ciclo de vida da espécie (Fig. 6 A).

A reprodução de *P. lineatus* ocorreu principalmente no ponto JUSCAT e JUSMAC, os mais próximos às quedas. Somente um indivíduo em reprodução foi capturado fora dos

limites do Parque Nacional do Iguaçu, no ponto JUSCA. A maioria dos peixes amostrados em outros estágios de maturação gonadal também ocorreram nos pontos situados dentro do parque, o que demonstra a preferência desta espécie por esses ambientes (Fig. 6 B).

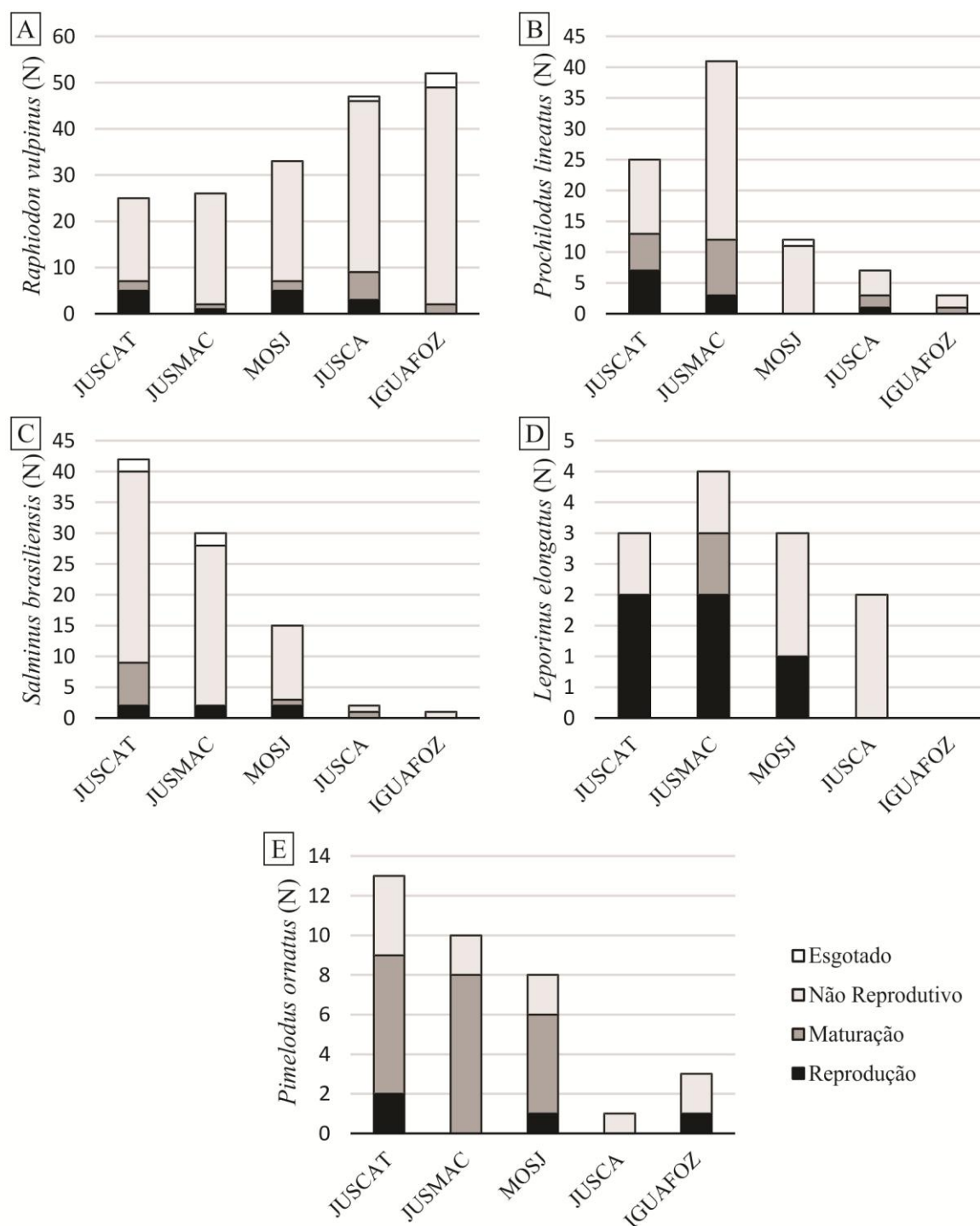


Fig. 6 Abundancia das categorias de maturação gonadal por local amostrado de *R. vulpinus* (A), *P. lineatus* (B), *S. brasiliensis* (C), *L. elongatus* (D) e *P. ornatos* (E)

Os habitats de desova de *S. brasiliensis* ocorreram exclusivamente nos pontos localizados dentro da área do Parque Nacional do Iguaçu, onde também foi capturada a maioria dos indivíduos em outros estágios, decaindo conforme o gradiente do rio, isso demonstra que esses ambientes íntegros, com substratos rígidos, boas condições de oxigenação e águas rápidas e turbulentas são essenciais não só para a reprodução, mas para todo o ciclo de vida desta espécie (Fig. 6 C).

A desova de *L. elongatus* também ocorreu exclusivamente nos ambientes dentro do Parque Nacional do Iguaçu, o que indica a preferência das características desses habitats para a reprodução desta espécie (Fig. 6 D)

Embora a reprodução de *P. ornatus* também tenha ocorrido no ponto IGUAFOZ, a maior parte dos indivíduos nesse estágio foram capturados nos ambientes localizados dentro do Parque Nacional do Iguaçu, assim como a totalidade dos peixes em maturação, indicando a importância desses habitats para a desova desta espécie (Fig. 6 E)

Relação entre a reprodução dos peixes migradores e as variáveis abióticas

Os dois primeiros eixos da CCA explicam 58,3% da variância dos dados (39,8% no eixo 1 e 18,4% no eixo 2). As amostras realizadas fora do Parque Nacional do Iguaçu situaram-se na extremidade negativa do eixo 1 e positiva do eixo 2. Já os pontos de dentro parque apresentaram tendência em direção ao lado positivo do eixo 1 e ao centro do eixo 2 (Fig. 7).

A reprodução de *S. brasiliensis*, *P. lineatus* e *L. elongatus* esteve diretamente correlacionada a vegetação ripária, a substratos com maiores diâmetros, meso-habitats mais turbulentos e maiores concentrações de oxigênio dissolvido e inversamente correlacionada a maiores ocupações do solo. Já *R. vulpinus* e *P. ornatus* apresentaram maior plasticidade de habitats de reprodução (Fig. 7).

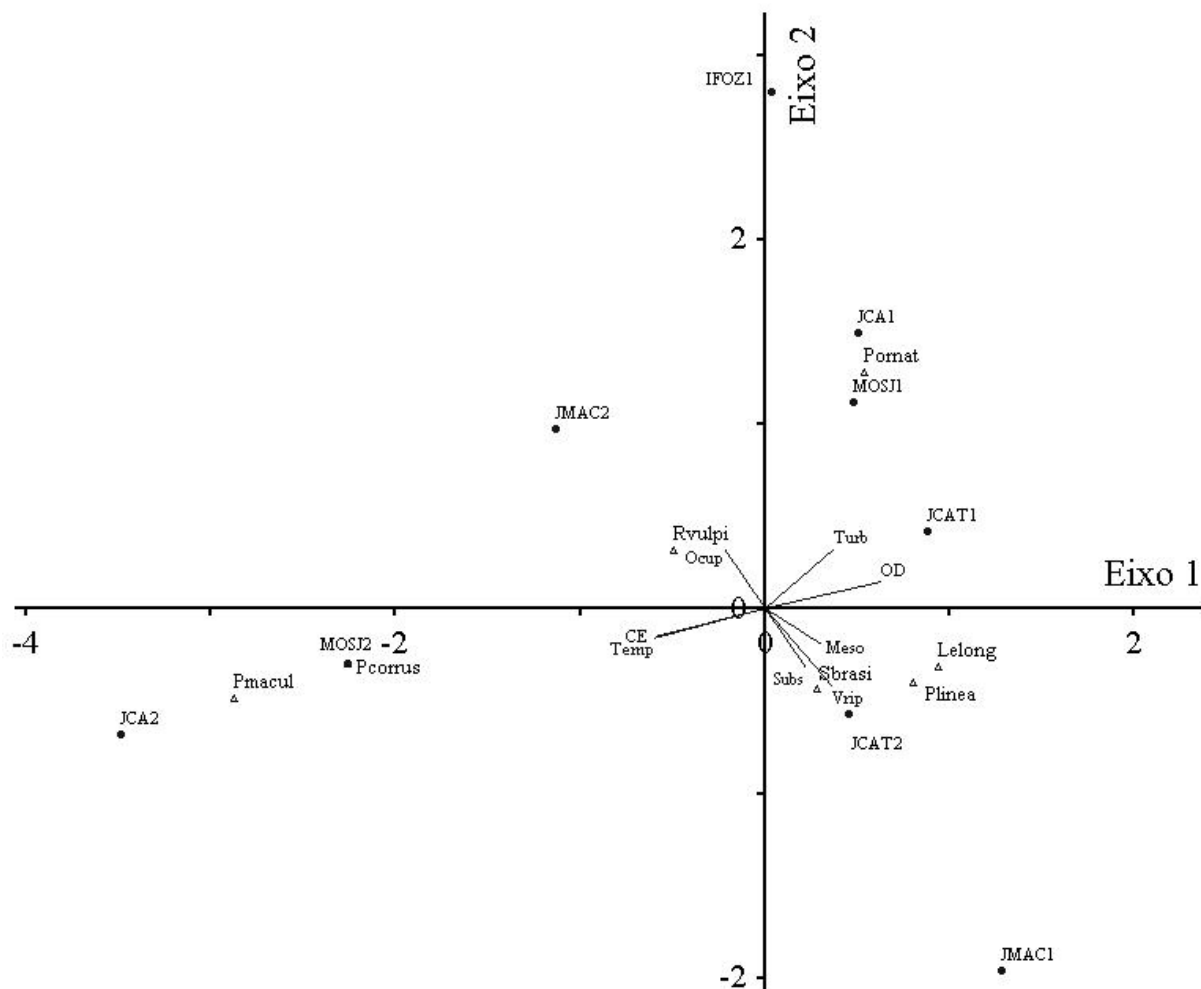


Fig. 7 Análise de Correlação Canônica (CCA) relacionando a reprodução dos peixes migradores (Lelong = *L. elongatus*, Pcorrus = *P. corruscans*, Plinea = *P. lineatus*, Pmacul = *P. maculatus*, Pornat = *P. ornatus*, Rvulpi = *R. vulpinus* e Sbrasi = *S. brasiliensis*), com as variáveis abióticas

Discussão

Entre os peixes migradores encontrados no Rio Iguaçu no trecho entre as Cataratas e sua foz, *R. vulpinus*, *Brycon hilarii*, *L. elongatus*, *P. ornatus*, *S. lima*, *H. platyrhynchos*, *P. reticulatum*, *P. pirinampu*, *Rhineleps aspera* e *P. granulosus* já haviam sido citados para outros locais do trecho da bacia do médio Rio Paraná entre as barragens de Itaipu e Yacyretá, mas são os primeiros relatos para o Rio Iguaçu (Oldani *et al.*, 1992; Agostinho *et al.*, 1993; Roa & Permingeat, 1999; Araya *et al.*, 2005; Lopez *et al.*, 2005; Makrakis *et al.*, 2007; Flores

et al., 2009). *S. brasiliensis*, *B. Orbignyanus*, *P. lineatus*, *P. maculatus*, *P. corruscans*, *Z. jahu* e *Steindachneridion scriptum*, que já haviam sido encontrados no Rio Iguaçu, foram novamente capturados neste estudo (Lopez *et al.*, 2005).

Para o trecho do Rio Paraná em questão, somente Agostinho *et al.* (1993) avaliaram a atividade reprodutiva de peixes migradores no trecho logo a jusante da barragem de Itaipu, local não muito distante da área de estudo deste trabalho, onde apenas uma espécie apresentou evidência de desova (*P. maculatus*). No trecho de 24 quilômetros do Rio Iguaçu entre as Cataratas do Iguaçu e a sua foz sete espécies, *R. vulpinus*, *P. lineatus*, *S. brasiliensis*, *L. elongatus*, *P. ornatus*, *P. maculatus* e *P. corruscans*, apresentaram sinais de reprodução o que demonstra a importância deste ambiente para a conservação destas espécies.

A ocorrência de algumas espécies como *B. Orbignyanus*, *Z. Jahu*, *S. lima*, *H. platyrhynchos* e *P. reticulatum* em estágio de maturação, sem evidências de reprodução demonstra que mais estudos são necessários para identificar as áreas de reprodução das mesmas.

Embora algumas espécies tenham se reproduzido nos locais fora do Parque Nacional do Iguaçu, as principais áreas de desova dos peixes migradores no trecho estudado ocorreram nos pontos localizados dentro dos limites do mesmo. Algumas das características ambientais encontradas nesses habitats são colocadas como requisitos para a seleção das áreas de desova de peixes migradores em outras províncias ictiofaunísticas do Brasil.

Rios com cascatas, corredeiras e correntezas e velocidades de água rápidas, como ocorre no Rio Iguaçu no trecho localizado a jusante das cataratas, garantem a dispersão dos ovos e larvas dos peixes migradores para as regiões de desenvolvimento inicial localizadas a jusante. Condições semelhantes foram encontradas nas áreas de desova de espécies migradoras nos Rios Ivaí, Amambaí (Baumgartner *et al.*, 2004) e Aguapeí (Silva *et al.*, 2011) na bacia do alto Rio Paraná e também no Rio São Francisco (Godinho & Kynard, 2006; Godinho *et al.*, 2007).

Águas turbulentas também proporcionam boas condições de oxigenação para o desenvolvimento dos ovos. No trecho estudado, apesar de não ter havido alterações significativas nos níveis de oxigênio dissolvido entre os pontos amostrados, os ambientes localizados dentro do Parque Nacional do Iguaçu, principalmente no ponto JUSCAT, onde ocorram a maior parte dos indivíduos em estágio de reprodução, apresentaram concentrações bastante altas, como também observado para espécies migradoras em outros rios brasileiros

como o Ivaí e Amambaí (Baumgartner *et al.*, 2004), Uruguai e Ligeiro (Reynalte-Tataje *et al.*, 2012) e Cuiabazinho (Ziober *et al.*, 2012).

A composição dos substratos é um importante requisito ambiental das áreas de desova de algumas ordens de peixes migradores como Acipenseriformes, onde os ovos se aderem a substratos rígidos, e Salmoniformes, que escavam ninhos em cascalhos e seixos para a deposição dos ovos (Fox *et al.*, 2000; Isaak *et al.*, 2007), porém para os peixes migradores brasileiros, que liberam seus ovos nas correntes de água (Carolsfeld *et al.*, 2003), o assunto ainda é pouco discutido. Assim como no Rio São Francisco onde substratos rochosos foram encontrados nas áreas de desova de *P. argenteus* e *P. corruscans* (Godinho & Kynard, 2006; Godinho *et al.*, 2007), os substratos presentes nos habitats de desova de peixes migradores localizados dentro do Parque Nacional do Iguaçu são compostos principalmente por rocha matriz e grandes blocos. Apesar desta condição aparentemente não intervir na dispersão dos ovos, ela possivelmente pode fornecer condições adequadas para o abrigo e refúgio dos adultos em reprodução.

O Brasil carece de estudos que correlacionem a desova de peixes migradores com a integridade dos ecossistemas e Unidades de Conservação, porém a vegetação ripária fornece continuamente matéria orgânica à biota aquática, cumprindo importante função nutricional. Galhos e troncos caídos no rio também aumentam a rugosidade do canal, criando zonas turbulentas e de remanso, favorecendo a deposição de sedimentos e criando habitats para a fauna aquática. A atenuação da radiação solar proporcionada pela vegetação auxilia também no equilíbrio térmico da água (Gregory *et al.*, 1992; Beschta, 1991), esses fatores justificam a ocorrência da reprodução dos peixes migradores na área do Parque Nacional do Iguaçu.

Embora as áreas de desova das espécies migradoras em algumas províncias ictiofaunísticas do Brasil normalmente ocorram nas regiões de cabeceira (Baumgartner *et al.*, 2004), a barreira geográfica para a migração ascendente imposta pelas Cataratas do Iguaçu à comunidade de peixes a jusante (Garavello *et al.*, 1997) impede que as espécies migradoras do Rio Paraná atinjam estas áreas no Rio Iguaçu. No entanto, no Rio Cuiabazinho, indivíduos migrantes se reproduziram ao encontrar condições adequadas para a desova e o transporte de ovos mesmo antes de alcançar as porções superiores da bacia (Ziober *et al.* 2012).

Em rios fragmentados por barramentos, como no caso do médio Rio Paraná, a sobrevivência de populações viáveis das espécies de peixes migradores depende da capacidade dos mesmos encontrarem áreas alternativas adequadas para a desova nos trechos a

jusante ou de um sistema de transposição adequado (Antonio *et al.*, 2007). Estudos realizados em barragens brasileiras sugeriram que existe plasticidade na escolha das áreas de reprodução destas espécies, com migrações algumas vezes até em curtas distâncias (Antonio *et al.*, 2007; Esguícero & Arcifa, 2010). O trecho do médio Rio Paraná entre as barragens de Itaipu e Yacyretá ainda carece de mais estudos para identificar a presença de habitats críticos para o ciclo de vida das espécies de peixes migradoras, porém, como os resultados deste trabalho evidenciaram, as características do trecho do Rio Iguazu a jusante das Cataratas do Iguazu e a confirmação da reprodução destas espécies no local começam a demonstrar que estes habitats estão presentes na região.

Conclusões

Os resultados deste trabalho evidenciaram que a reprodução de sete espécies de peixes migradores, *R. vulpinus*, *P. lineatus*, *S. brasiliensis*, *L. elongatus*, *P. ornatus*, *P. maculatus* e *P. corruscans*, ocorre no trecho do Rio Iguazu localizado entre as Cataratas do Iguazu e a confluência com o Rio Paraná, principalmente nos habitats localizados dentro do Parque Nacional do Iguazu, que apresentam características adequadas para a desova e o transporte de ovos e larvas para as regiões de desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

Agostinho, A. A., C. S. Agostinho, F. M. Pelicice & E. E. Marques, 2012. Fish ladders: Safe fish passage or hotspot for predation? *Neotropical Ichthyology* 10: 687-696.

Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki, & H. F. Júlio Jr., 2003. Migratory fishes of the upper Paraná river basin, Brazil. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, A. Baer & C. Ross (eds), *Migratory fishes of South America: Biology, social importance and conservation status*. World Fisheries Trust, Victoria: 19-98.

Agostinho, A. A., H. F. Júlio Jr. & J. R. Borghetti, 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar* 14: 89-107.

Agostinho, A. A., V. P. Mendes, H. I. Suzuki & C. Canzi, 1993. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de

Itaipu. Revista Unimar 15: 175-189.

Agostinho, A. A., F. M. Pelicice & H. F. Júlio Jr., 2006. Biodiversidade e introdução de espécies de peixes: unidades de conservação. In: Campos, J. B., M. G. P. Tossulino & C. R. C. Muller (eds), Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade. Instituto Ambiental da Paraná, Curitiba: 95-117.

Agostinho, A. A., S. M. Thomaz & L. C. Gomes, 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade 1: 70-78.

Agostinho, C. S., A. A. Agostinho, F. Pelicice, D. A. Almeida & E. E. Marques, 2007. Selectivity of fish ladders: A bottleneck in neotropical fish movement. Neotropical Ichthyology 5: 205-213.

Agostinho, C. S., F. M. Pelicice, E. E. Marques, A. B. Soares & D. A. A. de Almeida, 2011. All that goes up must come down? Absence of downstream passage through a fish ladder in a large amazonian river. Hydrobiologia 675: 1-12.

Antonio, R. R., A. A. Agostinho, F. M. Pelicice, D. Bailly, E. K. Okada & J. H. P. Dias, 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? Neotropical Ichthyology 5: 177-184.

Allan, J. D., R. Abbel, Z. Hogan, C. Revenga, B. W. Taylor, R. L. Welcomme & K. Winemiller, 2005. Overfishing of inland waters. Bioscience 55: 1041-1051.

Araya, P. R., A. A. Agostinho & J. A. Bechara, 2005. The influence of dam construction on a Population of *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) (Pisces, Anostomidae) in the Yacyretá reservoir (Argentina). Fisheries Research 74: 198-209.

Araya, P., L. Hirt & S. Flores, 2009. Algunos aspectos de la pesquería artesanal en el área de influencia del embalse Yacyretá. Alto río Paraná Misiones, Argentina. Boletim do Instituto de Pesca 35: 227-238.

Baumgartner, G., K. Nakatani, L. C. Gomes, A. Bialezki, P. V. Sanches & M. C. Makrakis, 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná river, Brazil. Environmental Biology of Fishes 71: 115-125.

Britski, H. A., K. S. Silimon & B. S. Lopes, 1999. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Embrapa, Brasília.

Carolsfeld, J., B. Harvey, A. Baer & C. Ross, 2003. Migratory fishes of South America: Biology, social importance and conservation status. World Fisheries Trust, Victoria.

Esguícero, A. L. H. & M. S. Arcifa, 2010. Fragmentation of a neotropical migratory

fish population by a century-old dam. *Hydrobiologia* 638: 41-53.

Flores, S., P. R. Araya & L. M. Hirt, 2009. Fish diversity and community structure in a tributary stream of the Paraná river. *Acta Limnologica Brasiliensia* 21: 57-66.

Fontes Júnior, H. M., T. Castro-Santos, S. Makrakis, L. C. Gomes & J. D. Latini, 2012. A barrier to upstream migration in the fish passage of Itaipu Dam (Canal da Piracema), Paraná River basin. *Neotropical Ichthyology* 10: 697-704.

Fox, D. A., J. E. Hightower & F. M. Parauka, 2000. Gulf sturgeon spawning migration and habitat in the Choctawhatchee river system, Alabama-Florida. *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 811-826.

Garavello, J. C., C. S. Pavanelli & H. I. Suzuki, 1997. Caracterização da ictiofauna do Rio Iguaçu. In: Agostinho, A. A. & L. C. Gomes (eds), Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo. Eduem, Maringá: 61-84.

Godinho, A. L. & B. Kynard, 2006. Migration and spawning of radio-tagged *Zulega Prochilodus argenteus* in a dammed brazilian river. *Transactions of the American Fisheries Society* 135: 811-824.

Godinho, A. L. & B. Kynard, 2009. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. *Rivers Research and Applications* 25: 702-7012.

Godinho, A. L., B. Kynard & H. P. Godinho, 2007. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 80: 421-433.

Graça, W. J. & C. S. Pavanelli, 2007. Peixes da planície de inundação do alto Rio Paraná e áreas adjacentes. Eduem, Maringá.

Harding, J., J. Clapcott, J. Quinn, J. Hayes, M. Joy, T. James, M. Beech, R. Ozane, A. Meredith & I. Boothroyd, 2009. Stream habitat assessment protocols for wadeable rivers and streams of New Zealand. University of Canterbury Press, Christchurch.

Isaak, D. J., R. F. Thurow, B. E. Rieman & J. B. Dunham, 2007. Chinook salmon use of spawning patches: relative roles of habitat quality, size and connectivity. *Ecological Applications* 17: 352-364.

Jackson, D. C. & G. Marmulla, 2001. The influence of dams on river fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* 419.

López, H. L., A. M. Miquelarena & J. P. Gómez, 2005. Biodiversidad y distribución de la ictiofauna mesopotámica. *Miscelánea* 14:311-354.

Makrakis, S., L. C. Gomes, M. C. Makrakis, D. R. Fernandez & C. S. Pavanelli, 2007. The Canal da Piracema at Itaipu dam as a fish pass system. *Neotropical Ichthyology* 5(2): 185-195.

McCune, B & M. J. Mefford, 2006. PC-ORD 5.33. MjM Software, Gleneden Beach.

Oldani, N. O., J. M. Iwaszkiw, O. H. Padín & A. Otaegui, 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). *Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay, Série Técnico-Científica* 1: 43-55.

Pelicice, F. M. & A. A. Agostinho, 2008. Fish-passages facilities as ecological traps in large neotropical rivers. *Conservation Biology* 22: 180-188.

Pompeu, P. S., A. A. Agostinho & F. Pelicice, 2012. Existing and future challenges: The concept of successful fish passage in South America. *River Research Applications* 28: 504-512.

Reynalte-Tataje, D. A., A. P. O. Nuñez, M. C. Nunes, V. Garcia, C. A. Lopes & E. Zaniboni-Filho, 2012. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay river, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10: 829-835.

Resende, E. K., 2003. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná basin excluding the upper Paraná basin. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, A. Baer & C. Ross (eds), *Migratory fishes of South America: Biology, social importance and conservation status*. World Fisheries Trust, Victoria: 99-155.

Roa, B. H. & E. D. Permingeat, 1999. Composición y abundancia de la fauna íctica en dos estaciones de muestro del embalse de Yacyretá, Argentina. *Revista de Ictiología* 7: 49-57.

Silva, P. S., L. Assumpção, A. F. Lima, M. C. Makrakis, S. Makrakis & J. H. P. Dias, 2011. Distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes no Rio Aguapeí SP, alto Rio Paraná. *Fórum ambiental da alta paulista* 7: 462-478.

Statsoft Inc., 2007. *Statistica 8.0*. Statsoft Inc., Tulsa.

Vazzoler, A. D. M., 1996. *Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Zaniboni-Filho, E. & U. H. Schulz, 2003. Migratory fishes of the Uruguay river. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, A. Baer & C. Ross (eds), *Migratory fishes of South America: Biology, social importance and conservation status*. World Fisheries Trust, Victoria: 157-194.

Ziober, S. R., A. Bialetzki & L. A. F. Mateus, 2012. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá river, Mato Grosso state, Brazil.

Neotropical Ichthyology 10: 123-132.