

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados

MIGRAÇÃO DE PEIXES A JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA
DE GAFANHOTO, LOCALIZADA NO RIO PARÁ, UM AFLUENTE
DO SÃO FRANCISCO, (DIVINÓPOLIS, MG)

Gilberto Nepomuceno Salvador

Belo Horizonte
2011

Gilberto Nepomuceno Salvador

MIGRAÇÃO DE PEIXES A JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA
DE GAFANHOTO, LOCALIZADA NO RIO PARÁ, UM AFLUENTE
DO SÃO FRANCISCO, (DIVINÓPOLIS, MG)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Bastos Santos

Belo Horizonte
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S182m Salvador, Gilberto Nepomuceno
Migração de peixes a jusante da usina hidrelétrica de Gafanhoto, localizada no rio Pará, um afluente do São Francisco, (Divinópolis, MG) / Gilberto Nepomuceno Salvador. Belo Horizonte, 2011.
43f. : il.

Orientador: Gilmar Bastos Santos
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados.

1. Peixes de água doce. 2. Migração. 3. Minas Gerais. I. Santos, Gilmar Bastos. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados. III. Título.

CDU: 639.31(815.1)

Esta dissertação consta de um capítulo e foi realizada no laboratório de Ictiologia do Programa de Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados da PUC Minas, sob a orientação do professor Dr. Gilmar Bastos Santos (PUC Minas), e contou com auxílio das seguintes Instituições:

Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) [Agência de fomento: Projeto P&D 094]

Instituto Estadual de Florestas (IEF) [Licença de coleta de material biológico]

DEDICATÓRIA

Essa é só uma de milhares de pesquisas que chegarão ao fim nesse ano de 2011. Um pontinho na vastidão de conhecimento criada pelo ser humano. Mas sem os pixels a imagem não forma, sem os blocos as pirâmides não existiriam, sem as células nossos corpos... Então, esse pontinho, por menor que seja, é mais um que contribui para que cada vez mais conheçamos aquilo que chamamos de casa. Mas, se no contexto geral esse é um pontinho pequeno, na minha vida foi uma passagem de imensa importância. Gigante e capaz de solidificar as bases para que novos pontinhos continuem sempre a surgir. E só há a imensidão de conhecimento graças à capacidade de transmitir, de ensinar. E ela não existiria sem aqueles que nos ensinaram, e sem os outros que ensinaram aos que nos ensinaram. Essa pesquisa, então, é dedicada a todos os sábios que um dia foram capazes de me ensinar um pouco mais. A todas as pessoas que fizeram de sua vida uma dedicação ao saber. Sem vocês não existira esse pontinho, sem vocês não existiria esse sonho, sem um sonho nós não existiríamos. E se um sonho chega ao fim, ele abre espaço para que inúmeros outros se instalem em minha mente. E a eles eu dedico o futuro, que, espero ser, tal qual foram o de meus ensinadores. E assim os pontinhos seguirão sempre surgindo e modificando essa quase viva ciência.

AGRADECIMENTOS

- Ao Gilmar Bastos Santos (Gilsão), pois sem ele não haveria sequer o caminho para seguir, quiçá o mestrado e todos os ensinamentos;
- Aos familiares, Lelia (bãe), César (véi), Rodrigo (zé da rabeça), André (capitão no-cimento), Luis (ser do mato) e Andréia (déia), por suportarem minhas neuroses frenéticas durante todo o caminho percorrido e pelo apoio nos momentos de demência temporária;
- Ao Tiago Casarim Pessali (Yoshão do cavaco), filho de sô Doglas e sá Marília, companheiro desde o início da graduação e das pesquisas com peixes, companheiro de trabalho e principalmente amigo de golo e piscodelia;
- Ao Cássio (Cassim da documentação), companheiro de fotografia e que na hora da necessidade despendeu seu tempo na confecção dos mapas dessa dissertação;
- Aos irmãos pescadores miltin e beré, pelas tarrafadas certeiras;
- Ao Leo Salim, á Neliana, à Elisa e ao Pedro pelo apoio em campo;
- Aos professores do programa, em especial ao Adriano Chiarello, com o qual aprendi muito desde o encontro nos Pantanaís sul-mato-grossenses;
- Ao quarteto fantástico (Fabão, Cacá, Pompilho e Vonin – força companheiro) por todos os ensinamentos de peixes e de vida;
- Aos loucos do Pantanal, curso do qual não há igual (com rima) (com honrarias mais que especiais para tatá, moniquita colombianita e Pezzuti);
- Aos quebequenses, franceses, brasileiros e a incomunicável suíça, que foram buscar nos confins do Tapajós mais conhecimento (em especial para Ariana, Dê e lelê comedinha);
- Ao Rogério (cascudão) e à Clédma, pois se existir uma dissertação sem o nome desses dois no programa ela deve ser queimada (eles têm a moral de desembolar as coisas);
- Aos amigos de sala, todos, mas todos mesmo, com um divertículo de aumento para a Iris, bia, Gabriel (os mais animados) e a barbarinha (as vezes eu perco ela de vista, por que será?);
- Aos amigos de longa data, que ficaram por último só porque participaram indiretamente no processo, mas são “doidima”;
- Aos que esqueci, pois deve ter alguém que esqueci e que depois me cobrará. Ora pois (como diriam nossos colegas lusitanos) que este tópico é pra vocês.

RESUMO

Peixes de piracema apresentam como característica a segregação entre habitats reprodutivos, alimentares e de crescimento. São espécies que usam longos trechos de rio durante seu ciclo de vida e, por isso, são fortemente afetadas com a construção de reservatórios, que impedem a manutenção deste ciclo. O rio Pará apresenta-se barrado desde a década de 40 com a construção da Usina Hidrelétrica de Gafanhoto. Desta maneira torna-se pertinente responder a seguinte questão: ocorre migração ascendente no trecho localizado a jusante da barragem da UHE Gafanhoto e, caso exista migração, quais as rotas predominantes? Para isto peixes foram marcados durante os períodos de cheia dos anos 2005 a 2007. Foram estabelecidas duas áreas de coleta, sendo uma no trecho de restituição da vazão da usina (JGF), que foi amostrada durante os dois períodos, e outra no rio Itapecerica (ITA), maior afluente da região, que foi amostrado durante um período. Foram analisadas a riqueza das áreas e a abundância de cada ponto e por espécie e essas informações foram sumarizadas em uma NMDS. Foram testadas as associações entre abundância e variáveis físico-químicas; vazão, temperatura e transparência; e entre abundância e horário de captura. Foi verificada a distribuição de frequência por classe de tamanho para cada área de coleta por ano, para *Prochilodus costatus* e *Pimelodus maculatus*. Os resultados indicam que há uma diferenciação entre as comunidades de JGF e ITA, influenciados principalmente pela abundância de *P. costatus* e *Hypostomus* spp.. Não foram observadas correlações entre os fatores analisados, exceto para o segundo ano de JGF, onde houve uma correlação negativa entre abundância e vazão, e abundância e temperatura; e positiva entre abundância e transparência. A distribuição de frequência por classe de tamanho mostra que a população de *P. costatus* em JGF apresenta uma grande proporção de indivíduos imaturos, ao passo que em ITA houve grande captura de exemplares já aptos para a reprodução. Não houve captura de *P. maculatus* em ITA, e a grande maioria dos indivíduos capturados em JGF já se apresentavam aptos para a reprodução. A captura foi maior no período da manhã para ITA, mas não foi observada uma tendência para JGF. Mesmo com os impactos causados pela cidade de Divinópolis, o rio Itapecerica é a principal rota dos peixes migradores na região estudada, mas a calha do rio Pará, até a barragem da usina de Gafanhoto, também pode funcionar como rota para uma parcela pequena da população.

Palavras-chave: Rota migratória; marcação e recaptura; rio Itapecerica.

ABSTRACT

Migratory fishes have a segregation of reproductive, food and growth habitat. In their life cycle they use long stretch of rivers and they are strongly influenced by dams constructions, which block their migratory routes. Since the 1940s, the Pará river is blocked by the Gafanhoto Dam, affecting migratory routes of fishes. This study focused on the existence of migration and the routes of migratory fishes in the downstream Pará river. To analyze the possible paths downstream Gafanhotos Dam, fishes were tagged in the rainy season of the years 2005 to 2007. Two sites were selected, one downstream of the Gafanhotos Dam (JGF), and one in Itapecerica river (ITA). JGF data were collected during two years, and ITA during one year. The richness and abundance were summarized by a NMDS. The association between abundance and some physical-chemical variables (velocity flow, temperature and transparency), and abundance and time of capture was tested. A histogram of standard length of *Prochilodus costatus* and *Pimelodus maculatus* were done. The communities of Pará and Itapecerica rivers were different, with high abundance of *Hypostomus* spp. in JGF, and high abundance of *P. costatus*, in ITA. ITA presented high proportion of migratory fishes when compared to JGF. The histogram of *P. costatus* showed that there was a high concentration of juveniles in JGF, whereas in ITA most of the fishes were able to reproduce. *P. maculatus* was not captured in ITA and practically all fishes were apt to reproduce in JGF. There was no tendency in time of capture and abundance for *P. costatus* in JGF but, in ITA, there was, with higher values in the morning. There were no correlations between the analyzed factors, except in the second year of JGF, when it was observed a negative correlation with velocity flow and temperature, and a positive correlation with transparency. The results indicate that there was migration in Pará river and that it occurred preferentially in Itapecerica river.

Key words: migratory route; mark and recapture; Itapecerica river.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Pontos de marcação de peixes no rio Pará (JGF) a jusante da usina de Gafanhoto e no rio Itapecerica (ITA) na ponte do Niterói, MG, Brasil.	8
FIGURA 2. Frequência relativa das espécies capturadas em JGF 1 (A), em JGF 2 (B), e em ITA (C), MG, Brasil.	17
FIGURA 3. Técnica de escalonamento multidimensional não métrico mostrando a total segregação dos pontos de ITA.	18
FIGURA 4. Vazão do rio Pará e abundância de peixes capturados em JGF 1 (A) e sua respectiva correlação (B); e em JGF 2 (C) e sua correlação (D). Continua... ..	20
FIGURA 5. Correlação entre vazão e abundância de espécies migradoras e de <i>P. maculatus</i> para JGF 1 (A) e JGF 2 (B).	22
FIGURA 6. Correlação entre transparência da água do rio Pará a jusante de Gafanhoto e abundância de peixes migradores, no primeiro ano de estudo (A) e no segundo ano (B).	23
FIGURA 7. Correlação entre abundância de peixes e temperatura máxima, média e mínima em JGF (A a C) e em JGF2 (D a F). Continua... ..	24
FIGURA 8. Histograma de comprimento padrão de <i>Prochilodus costatus</i> para jusante de Gafanhoto no primeiro ano (A), no segundo ano (B) e no rio Itapecerica (C).	26
FIGURA 9. Histograma de comprimento padrão de <i>Prochilodus costatus</i> no segundo ano de estudos à jusante de Gafanhoto sem vazão no TVR (A) e com vazão no mesmo (B).	27
FIGURA 10. Distribuição de frequência de comprimento padrão de <i>Pimelodus maculatus</i> em JGF 1 (A) e JGF 2 (B).	29
FIGURA 11. . Correlações entre horário de captura e abundância numérica para <i>Prochilodus costatus</i> à jusante de Gafanhoto no primeiro ano de estudo (A), no segundo ano (B), e no rio Itapecerica (C).	30
FIGURA 12. Modelo conceitual dos movimentos migratórios no trecho a jusante da usina de Gafanhoto, no rio Pará. A largura da seta indica a proporção da população em um caminho e a ponta indica a direção do movimento. Em A o modelo para épocas de baixa vazão e em B para época de alta vazão.	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Lista das espécies capturadas durante os estudos de migração na bacia do rio Pará, afluente do São Francisco. ⚡ - Espécies consideradas migradoras. ☒ - Espécies marcadas. ☹ - Espécies consideradas introduzidas na bacia do São Francisco. Continua... .. 14
TABELA 2. Percentual de similaridade (SIMPER) para os grupos JGF1, JGF2 e ITA. 18
TABELA 3. Número de exemplares e frequência relativa das espécies marcadas e recapturadas em JGF1, JGF2 e ITA;. N – Número de exemplares marcados. S – Sucesso de recaptura. Continua..... 31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	7
3.2. MARCAÇÃO E RECAPTURA	9
3.3. ANÁLISE DE DADOS.....	11
4. RESULTADOS	14
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Migração de espécies animais é um dos mais complexos e interessantes fenômenos biológicos. Em peixes há uma grande variação nos padrões migratórios, dependendo do tipo (reprodutivo ou alimentar), direção (rio acima ou rio abaixo) e forma (passiva ou ativa) (Pavlov *et al.*, 2002). As espécies de piracema têm como característica a segregação entre os habitats reprodutivos, alimentares e de crescimento (Northcote, 1984). Elas podem ser catádromas, anádromas, anfídromas ou potamódromas, sendo esta última caracterizada por realizar migrações exclusivamente em água doce (Moyle & Cech Jr., 1996).

Nos rios da região neotropical é comum observarmos espécies potamódromas, sendo elas principalmente das ordens Characiformes e Siluriformes. Estas espécies utilizam a região baixa da drenagem como principal ambiente alimentar e, durante a estação chuvosa, migram para os trechos altos para reproduzir. Os alevinos encontram nas lagoas marginais um ambiente ideal para crescimento, tendo boa disponibilidade de abrigo e alimento (Agostinho *et al.*, 1993).

Para a bacia do São Francisco são descritas sete espécies consideradas grandes migradoras, sendo as mais abundantes a curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e a curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*) (Sato & Godinho, 2003). A construção de hidrelétricas causa profundos impactos sobre a fauna de peixes, que podem incluir modificações no padrão de circulação da água, alterações físico-químicas, redução de habitats disponíveis e segregação espacial de populações (Margalef, 1984; Agostinho *et al.* 1992; Tundisi *et al.* 1993; Esteves, 1998). Para os peixes considerados grandes migradores essa segregação implica na divisão dos habitats de alimentação e de desova (Agostinho *et al.*, 2007). O rio Pará apresenta-se barrado desde a década de 40 com a construção da Usina Hidrelétrica de Gafanhoto. Esta usina não possui um sistema de transposição de peixes e desde então dividiu a população em duas, montante e jusante (Barroca, 2009). Estudos recentes realizados por Sato *et al.* (2005) demonstraram que espécies migradoras utilizam o principal afluente da região de Três Marias, o rio Abaeté, como rota migratória, uma vez que a calha principal do São Francisco encontra-se barrada por uma hidrelétrica. Tal qual ocorre em Três Marias, o rio Pará apresenta um grande afluente no trecho a jusante da hidrelétrica de Gafanhoto, porém, este rio drena a cidade de Divinópolis, o maior centro urbano da bacia, com mais de 200 mil habitantes. O lançamento de efluentes

domésticos e industriais *in natura* no rio pode funcionar como uma barreira para a dispersão desses peixes. Com isso um estudo sobre as rotas migratórias dos peixes de piracema na região localizada a jusante da hidrelétrica de Gafanhoto torna-se pertinente, sendo necessário atentar para as seguintes questões: Ocorre migração ascendente no trecho localizado a jusante da barragem da UHE Gafanhoto e, caso exista migração, quais as rotas predominantes?

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como finalidade verificar a existência de possíveis rotas migratórias de peixes de piracema no trecho a jusante da usina hidrelétrica de Gafanhoto, localizado na bacia do rio Pará, um dos principais afluentes do São Francisco. Para isto objetivou-se:

1. Verificar possíveis diferenças no padrão da assembléia de peixes das áreas estudadas;
2. Correlacionar a abundância das espécies migradoras e as variáveis vazão do rio, transparência da água e temperatura, e comparar, a primeira variável, com o padrão observado para *Pimelodus maculatus*, espécie cujo caráter migratório ainda é questionável;
3. Verificar variações no padrão de distribuição do comprimento de *Prochilodus costatus*, espécie migradora mais abundante no presente estudo, e *P. maculatus*, nos rios Pará e Itapecerica e verificar alterações desse padrão durante o vertimento de água para o trecho de vazão reduzida da usina de Gafanhoto;
4. Verificar a existência de preferência no horário de migração de *P. costatus*;
5. Delimitar o *home-range* utilizado pelas espécies de piracema na bacia do rio Pará à jusante de Gafanhoto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Pará, com área aproximada de 12.500 km², está situada entre as coordenadas geográficas 18°59'47" - 21°00'10"S e 43°52'27" - 45°30'22"W, no estado de Minas Gerais. Apresenta direção norte-sul, tendo sua origem na região serrana das cidades de Entre Rios, Piracema e Desterro de Entre Rios e sua foz no Rio São Francisco, à montante do reservatório de Três Marias, no município de Pompeu (Pellegrin, 2001). Seus principais afluentes são os rios

Itapecerica, Lambari e Picão na margem esquerda e São João e do Peixe na margem direita (CBH- Pará, 2001) (Figura 1).

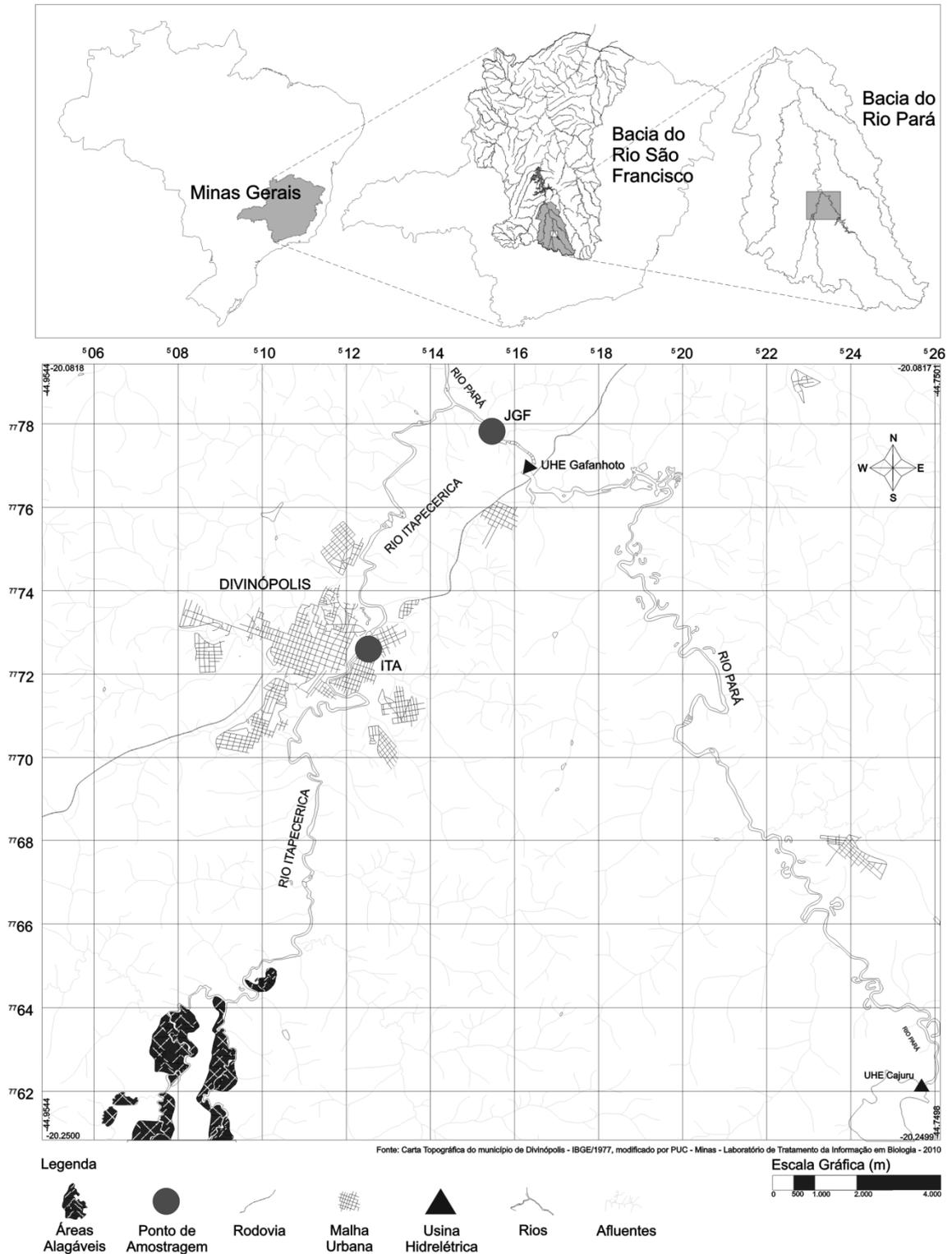


Figura 1. Pontos de marcação de peixes no rio Pará (JGF) a jusante da usina de Gafanhoto e no rio Itapecerica (ITA) na ponte do Niterói, MG, Brasil.

É uma das bacias mais importantes do sistema do Rio São Francisco, abrangendo 38 municípios nos quais vivem cerca de 700 mil habitantes, sendo Divinópolis o mais populoso destes, com mais de 200 mil moradores (IBGE, 2010). A bacia apresenta um índice de qualidade de água (IQA) predominantemente médio desde que se iniciaram os trabalhos de monitoramento da qualidade de água das bacias pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), porém, os dados históricos mostram uma redução na qualidade geral dos corpos d'água do Pará, com aumento das classes "média" e "ruim" e com a diminuição da classe "boa" (IGAM, 2010). A contaminação por tóxicos é baixa em grande parte da bacia, mas presente em valores médios a altos em lugares onde há o lançamento de efluentes domésticos e industriais (IGAM, 2010). Além da degradação na qualidade da água outras fontes de alteração são observadas, como a remoção da mata ciliar e a construção de usinas hidrelétricas. Atualmente na bacia existem duas usinas, a de Gafanhoto, construída na década de 40 na cidade de Divinópolis, e a de Cajuru, construída em Carmo do Cajuru. Ambas estão presentes na calha do rio Pará a montante dos principais afluentes da bacia citados anteriormente.

A usina do Gafanhoto, um dos alvos desse estudo, apresenta um trecho de vazão reduzida (TVR) de aproximadamente 1km e uma barragem baixa com vertedouro na crista. Durante as cheias o TVR, que em épocas de seca apresenta uma vazão mínima, passa a ter grande volume de água correndo em seu leito.

3.2. MARCAÇÃO E RECAPTURA

Os trabalhos de marcação foram realizados durante a estação chuvosa dos ciclos hidrológicos de 2005/2006 e de 2006/2007. Os peixes foram marcados de Segunda a Sexta feira, exceto feriados, das 8:00 às 17:00 horas, com uma hora de intervalo para almoço. No primeiro ano de estudo as marcações foram iniciadas em 27 de Dezembro de 2005 e se estenderam até 31 de março de 2006, perfazendo um total de 63 dias de amostragens. No segundo ano os trabalhos começaram em 01 de Novembro de 2006 e se estenderam até 09 de Março de 2007, totalizando 79 dias de amostragens.

Em 2005/2006 as marcações ocorreram somente a jusante da usina hidrelétrica de Gafanhoto (JGF 1), localizada na calha do rio Pará, 1,5 km antes da confluência do rio Itapecerica. Nos dois primeiros meses do segundo ciclo, 2006/2007, as amostragens continuaram sendo realizadas somente a jusante de Gafanhoto (JGF 2). Com a detecção de migração no rio Itapecerica, o maior afluente do rio Pará próximo à barragem em questão, a partir de Janeiro de 2007 as

marcações ocorreram tanto à jusante de Gafanhoto, quanto em uma região do rio Itapecerica dentro da cidade de Divinópolis, em um local conhecido como ponte do Niterói (ITA) (Figura 1). Este local apresenta um trecho de corredeiras com desnível elevado, aproximadamente 07 metros, e uma pequena barragem. No total foram realizadas 16 amostragens/dia em ITA e 59 em JGF.

Antes do início dos trabalhos, diariamente, foram anotadas a transparência da água, em cm, obtida através de um disco de Secchi, a vazão do dia anterior e a carga horária trabalhada para o cálculo do esforço de homem/hora trabalhado. Também foi aferida a temperatura máxima, média e mínima da água (c°) através de um termômetro marca Inconterm.

A captura dos exemplares foi feita através de tarrafas com tamanho de malha de 6 cm entre nós opostos e seis metros de diâmetro. Os lances ocorreram de forma aleatória abrangendo toda a área, num raio de 300 metros de cada ponto. A cada lance foram anotados o número de exemplares capturados e a hora. Para alcançar as áreas mais profundas do leito dos rios um barco com motor de popa foi utilizado. Após a captura, os exemplares foram identificados segundo chave dicotômica presente em Britski *et al.* (1988), sendo as identificações atualizadas segundo bibliografia recente além dos sites da California Academy of Sciences (Eschmeyer & Fricke, 2011) e do FishBase (Froese & Pauly, 2000). Após a identificação, foi obtido de cada indivíduo o comprimento padrão (CP) em cm, através de um ictiômetro, e o peso corporal (PC) em gramas, com dinamômetros da marca Pesola de 1 e 5 kg.

Todos os exemplares com comprimento padrão acima de 15 cm receberam uma marca do tipo LEA que foi fixada na região dorsal através de um etiquetador da marca Avery Dennison. Em cada marca foi gravado o número de identificação do exemplar e um telefone para contato, caso houvesse recaptura do exemplar por pescadores locais. Os exemplares foram soltos novamente no mesmo local de captura. Exemplares de tamanho inferior à 15 cm foram apenas mensurados em virtude do tamanho inadequado para fixação da marca.

Por não haver pesca profissional na bacia do rio Pará os trabalhos de recaptura foram baseados na pesca amadora através de um intenso trabalho de divulgação que foi realizado nas principais cidades da região. Cartazes explicativos foram fixados em locais de grande concentração de pescadores, como lojas de pesca, ranchos e locais de grande circulação de pessoas. Também foram vinculadas reportagens explicativas nas principais cadeias locais de rádio e televisão. Para aumentar o interesse dos pescadores pelo trabalho foi oferecido um

brinde para cada marca retornada. A cada contato foram anotados o número do exemplar recapturado e o local onde ocorreu essa recaptura.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Para as análises, os dados foram agrupados em três conjuntos. O primeiro compreendido pelas amostragens a jusante de gafanhoto no primeiro ciclo hidrológico (JGF 1), 2005/2006, o segundo também pelas amostragens a jusante de Gafanhoto mas no segundo ciclo hidrológico (JGF 2), 2006/2007; e o terceiro pelas coletas realizadas no rio Itapecerica na ponte do Niterói (ITA), também no segundo ciclo hidrológico.

Para alcançar os objetivos propostos relacionados com a migração as espécies foram divididas em duas classes como descrito por Vazzoler (1996), migradoras e sedentárias. A classificação das espécies migradoras foi parcialmente baseada em Sato & Godinho (2003). Esses autores não consideram *P. maculatus* como espécie de piracema, porém, outros trabalhos incluem essa mesma espécie como tal (Bonetto, 1963; Godoy, 1967; Agostinho *et al.*, 2003; Resende, 2003; Zaniboni Filho, 2003), razão pela qual ela foi incluída como migradora no presente estudo.

Com o intuito de verificar as diferenças no padrão da assembléia de peixes das áreas estudadas foi analisada a riqueza de espécies, definida como o número total de espécies capturadas durante todo o trabalho e também para cada sub-bacia, Pará e Itapecerica, e por conjunto examinado. Também foram analisadas as frequências absoluta e relativa do total de indivíduos capturados por espécie para cada conjunto. A Captura por Unidade de Esforço (CPUE), definida como o número de peixes capturados por hora/homem trabalhada, foi utilizada como um indicador da abundância, sendo esses dados também sumarizados por um escalonamento dimensional não métrico (NMDS) para identificar possíveis padrões na assembléia de peixes controlados pelos conjuntos (JGF 1, JGF 2 e ITA). Para equilibrar os modelos foram selecionadas as 16 amostras mais próximas das datas de coleta em ITA, ponto com menor abrangência temporal e N amostral. Para reduzir a variabilidade gerada pelas espécies numericamente dominantes os dados sofreram a transformação $\log_{(x+1)}$ e uma matriz de similaridade de Bray-Curtis foi calculada. Posteriormente foi sumarizada a NMDS através do pacote Statistica (Stat Soft, 2004). Uma análise de similaridade (ANOSIM) foi utilizada para verificar eventuais diferenças entre os agrupamentos formados para a NMDS e posteriormente uma análise de percentual de similaridade (SIMPER) foi empregada para

hierarquizar a contribuição de cada espécie para as similaridades dentre e entre os grupos. A matriz de similaridade, a ANOSIM e o SIMPER foram calculados através do programa PAST® (Hammer *et al.*, 2001)

A fim de verificar a importância de fatores físicos na migração dos peixes, correlações entre esses fatores e a abundância de espécies de piracema foram realizadas. Para isso foi calculada a CPUE/dia de coleta e os dados submetidos ao teste de normalidade de Lillefors através do pacote estatístico BioStat 5® (Ayres *et al.*, 2007).

Os dados de vazão do rio Pará foram provenientes da estação hidrológica localizada na usina de Gafanhoto. Para o rio Itapecerica os dados foram obtidos na estação hidrológica de Pari/COPASA. Para os cálculos foram utilizados as vazões dos rios Pará, a jusante de Gafanhoto, do rio Itapecerica, e do rio Pará a jusante da confluência com o rio Itapecerica. Para o cálculo dessa última vazão os dados obtidos para os rios Pará e Itapecerica foram agrupados, uma vez que a área está próxima dos dois pontos.

Foram calculadas quatro correlações de Spearman entre vazão e abundância de migradores. A primeira utilizou os dados de vazão à jusante do rio Pará no primeiro ano de estudo e foi correlacionada com a captura de peixes na mesma época. Análise idêntica foi efetuada porém levando-se em conta os dados do segundo ciclo hidrológico para mesma estação. A terceira correlação foi calculada entre a vazão do rio Itapecerica e a abundância de migradores capturados na ponte do Niterói, ITA. Também foi verificada a existência de associação entre os peixes de piracema de ITA e a vazão do rio Pará, a jusante da confluência com o rio Itapecerica.

Para comparar o padrão da associação vazão x abundância de *P. maculatus* e *P. costatus*, espécie migradora mais abundante no presente estudo, foram calculadas correlações para cada espécie em JGF 1 e 2. Como *P. maculatus* não foi capturado em ITA, tais análises não foram efetuadas nesse ponto.

Também foram correlacionadas a transparência da água e as temperaturas máxima, média e mínima, do rio Pará a jusante de Gafanhoto com a abundância de migradores capturados em JGF 1 e 2.

Para verificar possíveis diferenças no padrão de distribuição por tamanho das espécies migradoras dos conjuntos analisados, foram calculadas as frequências de ocorrência por classe

de tamanho corporal (CP) de *P. costatus* e *P. maculatus*. Para o cálculo do número de classes de cada grupo foi utilizada a regra de Sturges, calculado pela seguinte fórmula:

$$K = 1 + (3,3 * \log_{10} N), \text{ sendo:}$$

- K - Número de classes
- N - Tamanho da amostra

Para efeito comparativo um único padrão de classes foi calculado para todos os grupos em cada espécie, sendo ele a média dos números de classes encontradas para todos os grupos.

A fim de verificar a existência de um horário preferencial na migração de *P. costatus*, uma associação entre o horário de captura e a abundância dessa espécie foi calculada. Foram utilizados os dados relativo ao período compreendido entre 8:00 e 11:30, e entre 13:30 e 17:00 horas, horário em que os trabalhos de marcação foram realizados. Para o cálculo da abundância foi utilizado o número de exemplares capturados em cada lance de tarrafa. Foram calculadas as correlações de Spearman entre o horário de captura e o número de peixes capturados para os três conjuntos analisados (JGF1, JGF2 e ITA). Os dados foram analisados com o pacote estatístico BioStat 5® (Ayres *et al.*, 2007).

Os dados de recaptura registrados foram agrupados, obtendo-se o número total de marcas retornadas. Também foi verificada a riqueza de espécies e a abundância de cada espécie separadamente, além do sucesso de recaptura, definido como o percentual de retorno de marcas de uma determinada espécie ou conjunto. Com base nos registros das marcas a extensão da migração foi analisada.

Todos os gráficos foram confeccionados a partir do pacote Statistica® (Stat Soft, 2004).

4. RESULTADOS

Durante os dois anos de trabalho de marcação foram capturados 5.400 peixes, pertencentes a 30 espécies, distribuídas em quatro ordens e 11 famílias (Tabela 1). Da riqueza total 17, espécies pertencem a ordem Characiformes, nove a Siluriformes e duas em cada ordem restante, Perciformes e Gymnotiformes. Sete espécies são consideradas migradoras e 01, *Oreochromis niloticus*, introduzida na bacia do São Francisco. Do total amostrado, 4.314 exemplares foram marcados.

Tabela 1. Lista das espécies capturadas durante os estudos de migração na bacia do rio Pará, afluente do São Francisco. ☞ - Espécies consideradas migradoras. ☒ - Espécies marcadas. ☹ - Espécies consideradas introduzidas na bacia do São Francisco. Continua...

Espécies	Nome comum
Ordem Characiformes	
Família Anostomidae	
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850)	Piau rola ☒
<i>Leporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1850	Piau verdadeiro ☞ ☒
<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941	Piau gordura ☒
<i>Leporinus reinhardti</i> Lütken, 1875	Piau três pintas ☒
<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1875	Piau jejo ☒
Família Characidae	
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	Lambari do rabo amarelo ☒
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Lambari do rabo vermelho ☒
<i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1864	Matrinchã ☞ ☒
<i>Myleus micans</i> (Lütken, 1875)	Pacu ☒
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	Dourado branco ☞ ☒
<i>Salminus franciscanus</i> Lima & Britski, 2007	Dourado ☞ ☒
<i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875	Pirambeba, cavaco ☒
Família Erythrinidae	
<i>Hoplias intermedius</i> Oyakawa & Mattox, 2009	Trairão ☒
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra ☒
Família Parodontidae	
<i>Parodon hilarii</i> Reinhardt, 1867	Canivete
Família Prochilodontidae	
<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829	Curimbatá pacu ☞ ☒
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850	Curimbatá pioa ☞ ☒
Ordem Siluriformes	
Família Callichthyidae	
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	Tamboatá ☒
Família Heptapteridae	

Espécies	Nome comum
<i>Pimelodella vittata</i> (Lütken, 1874)	Mandízinho
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Bagre ☒
Família Loricariidae	
<i>Hypostomus francisci</i> (Lütken, 1874)	Cascudo ☒
<i>Hypostomus</i> sp. (de Britski et al, 1986)	Cascudo ☒
<i>Hypostomus</i> sp.1	Cascudo ☒
Família Pimelodidae	
<i>Lophiosilurus alexandrii</i> Steindachner, 1876	Pacamã ☒
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803	Mandi-amarelo ☒ ☒
<i>Pimelodus pohli</i>	Mandi ☒
Ordem Gymnotiformes	
Família Sternopygidae	
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1836)	Sarapó ☒
Família Gymnotidae	
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Tuvira
Ordem Perciformes	
Família Cichlidae	
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Acará ☒
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilápia do Nilo ☒ ☒ ☒

Fonte: própria pesquisa

Quando analisadas separadamente, a riqueza de espécies encontrada a jusante de Gafanhoto (JGF) é superior aquela encontrada no Itapecerica (ITA). Em JGF foram registradas todas as espécies presentes nesse estudo, sendo 27 capturadas no primeiro ano e 22 no segundo, ao passo que em ITA foram registradas somente 10.

A abundância numérica foi maior em ITA, sendo capturados 2.788 exemplares. A jusante de Gafanhoto foram capturados 2.612 exemplares, sendo 1.588 no primeiro ano e 1.024 no segundo. A CPUE mostrou valores ainda mais discrepantes, sendo capturados 27 indivíduos por hora/homem em ITA, 04 em JGF1 e 03 em JGF2.

No geral a espécie mais abundante foi *Prochilodus costatus*, que representou 55% das capturas, seguida pelas espécies de *Hypostomus*, sendo *H. francisci* com 11%, *Hypostomus* sp. com 9%, e *Hypostomus* sp. (B) com 6%. Em JGF1 a espécie mais abundante foi *H. francisci*, que representou 23% das capturas, seguida por outras duas espécies do mesmo gênero, *Hypostomus* sp., com 22% das capturas, e *Hypostomus* sp. (B), com 19%. *P. costatus* representou 5% das capturas e foi a quinta espécie mais abundante neste período. Por sua vez, em JGF2, *H. francisci* foi mais uma vez a espécie mais capturada, com 21%, porém, *P. costatus* passou a ser a segunda espécie em número de capturas, representando 18% das amostras. Em

ITA *P. costatus* representou quase que a totalidade das amostras, 98%, seguido por *Salminus franciscanus*, com 1%. As demais espécies apresentaram captura inferior à 1% (Figura 2).

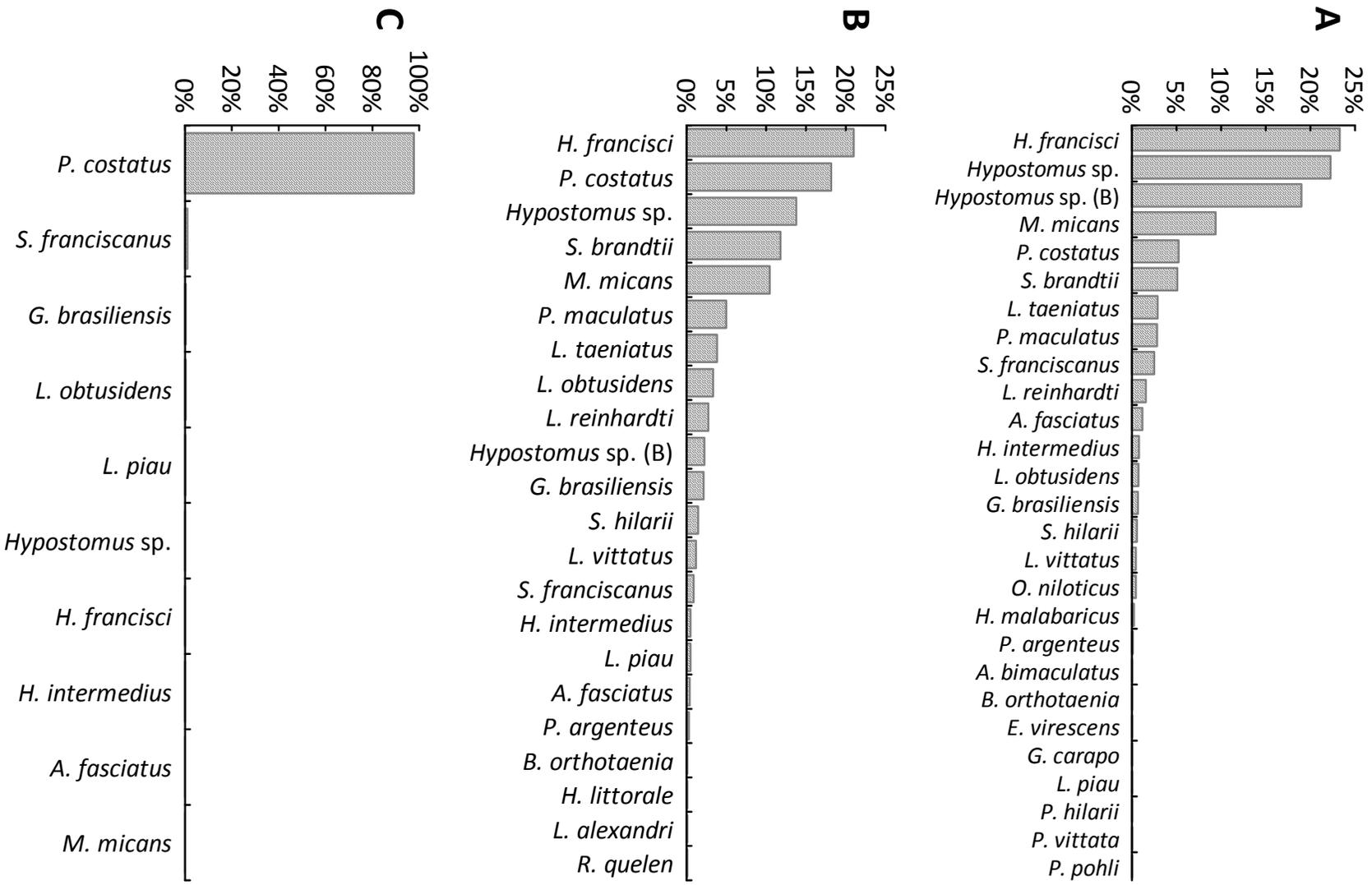


Figura 2. Frequência relativa das espécies capturadas em JGF 1 (A), em JGF 2 (B), e em ITA (C), MG, Brasil. (Fonte: própria pesquisa)

Tais variações refletem diretamente nos resultados da NMDS (estresse = 0,16), com os pontos de ITA segregados de JGF 1 e 2 (Figura 3). Porém, a análise do ANOSIM indica uma segregação dos três grupos ($R = 0,80 - p < 0,0001$). Esse resultado reflete principalmente a elevada abundância de *P. costatus* e baixa abundância de espécies do gênero *Hypostomus* em ITA; e de um padrão inverso em JGF, com predominância de *Hypostomus* e baixa abundância de *P. costatus*. Juntas, essas espécies contribuíram com 60% (SIMPER) das diferenças encontradas entre os dois ambientes, JGF e ITA (Tabela 2).

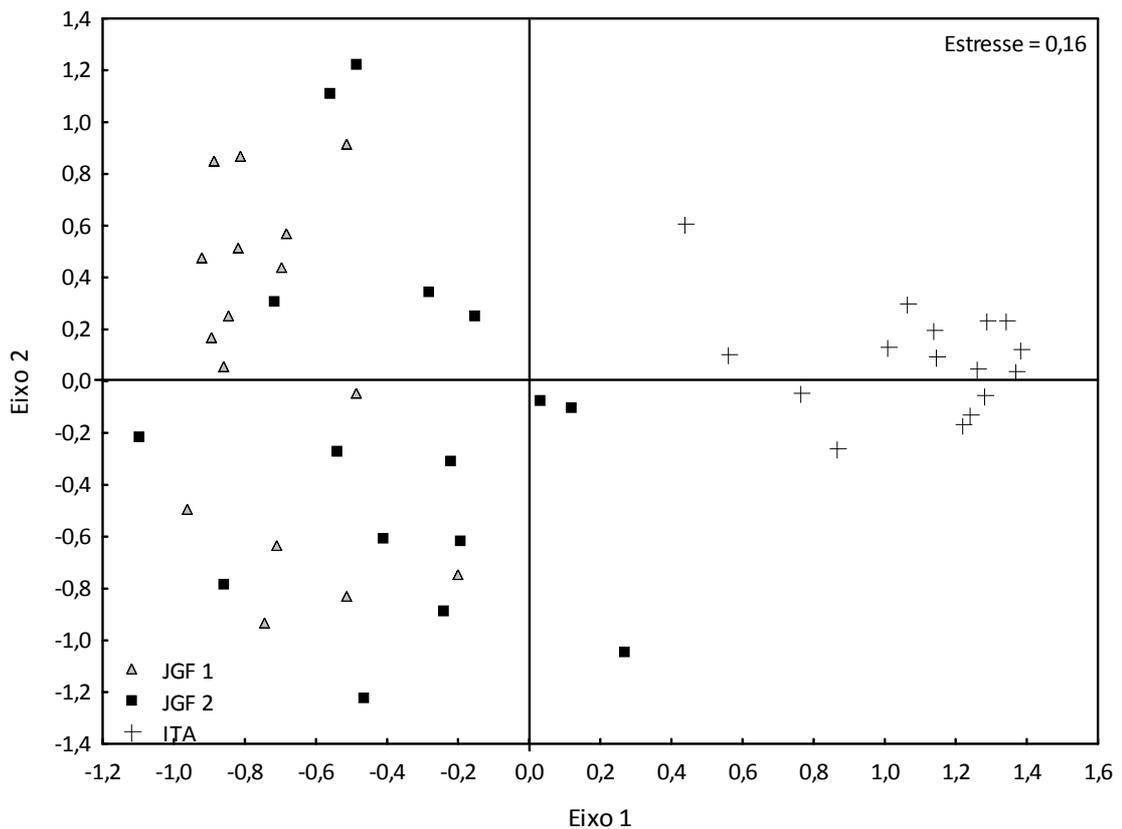


Figura 3. Técnica de escalonamento multidimensional não métrico mostrando a total segregação dos pontos de ITA. (Fonte: própria pesquisa)

Tabela 2. Percentual de similaridade (SIMPER) para os grupos JGF1, JGF2 e ITA.

Táxon	Contribuição (%)	Acumulada (%)	Média de abundância		
			JGF 1	JGF 2	ITA
<i>Prochilodus costatus</i>	34,79	34,79	0,03	0,08	1,28
<i>Hypostomus francisci</i>	9,34	44,13	0,26	0,12	0,06
<i>Hypostomus</i> sp.	9,07	53,20	0,24	0,15	0,05
<i>Hypostomus</i> sp. (B)	6,97	60,17	0,24	0,01	0,00
Outras	39,83	100,00	---	---	---

Fonte: Própria pesquisa

Em JGF1 não houve correlação significativa entre a vazão do rio e a abundância de peixes capturados ($p = 0,59$) (Figura 4A/B). Para JGF2 os resultados indicam uma correlação negativa, com redução da abundância à medida que há um aumento na vazão ($r_s = -0,63$; $p < 0,0001$) (Figura 4C/D). Para o rio Itapecerica não houve correlação significativa entre a abundância de peixes capturados e a vazão do rio ($p = 0,23$) (Figura 4E/F), nem entre a abundância e a vazão somada dos rios Itapecerica e Pará ($p = 0,17$) (Figura 4G/H).

O comportamento de *P. maculatus* foi semelhante ao detectado para *P. costatus* no trecho à jusante da usina de Gafanhoto. Durante o primeiro ano não foi observada correlação significativa entre a vazão do rio Pará e a CPUE, tanto de *P. maculatus* ($p = 0,06$), quanto de *P. costatus* ($p = 0,67$) (Figura 5A). No segundo ano tanto *P. maculatus* quanto *P. costatus* apresentaram uma redução a CPUE quando houve um aumento da vazão do rio Pará, sendo essa redução fraca para a primeira ($r_s = -0,36$; $p = 0,01$) e mediana para a segunda ($r_s = -0,58$; $p < 0,0001$) (Figura 5B). Não houve captura de *P. maculatus* no rio Itapecerica.

A correlação entre transparência da água e a abundância de peixes migradores capturados não foi significativa JGF 1 ($p = 0,40$). Para JGF 2 houve uma correlação positiva média entre os dois fatores ($r_s = 0,62$; $p < 0,0001$), ocorrendo um aumento na captura de peixes migradores quando há um aumento na transparência da água (Figura 6).

Em JGF 1 não foram detectadas correlações significativas entre a temperatura da água do rio Pará e a abundância de peixes capturados (Máxima [$p = 0,44$]; Mínima [$p = 0,37$]; Média [$p = 0,49$]). Para JGF 2 houve uma correlação negativa média entre a abundância e as temperaturas máxima ($r_s = -0,58$; $p < 0,0001$) e média ($r_s = -0,42$; $p = 0,005$), porém não foi observada uma correlação para a temperatura mínima ($p = 0,41$) (Figura 7).

Considerando o tamanho de primeira maturação de *P. costatus*, 26 cm de CP, proposto por Bazzoli (2003), foi verificado que exemplares capturados em JGF 1 são predominantemente jovens (Figura 8A). Em JGF 2, exemplares maiores que 26 cm foram observados com mais frequência (Figura 8B), porém, ao analisar separadamente as datas onde foram observadas vazões do rio Pará capazes de verter água para o TVR os padrões diferem entre si. Quando não há vazão no TVR o número de indivíduos nas classes de maior tamanho supera o número observado quando há vazão no TVR (Figura 9). Para o rio Itapecerica as maiores frequências foram observadas para tamanhos superiores aos de primeira maturação adotados (Figura 8C).

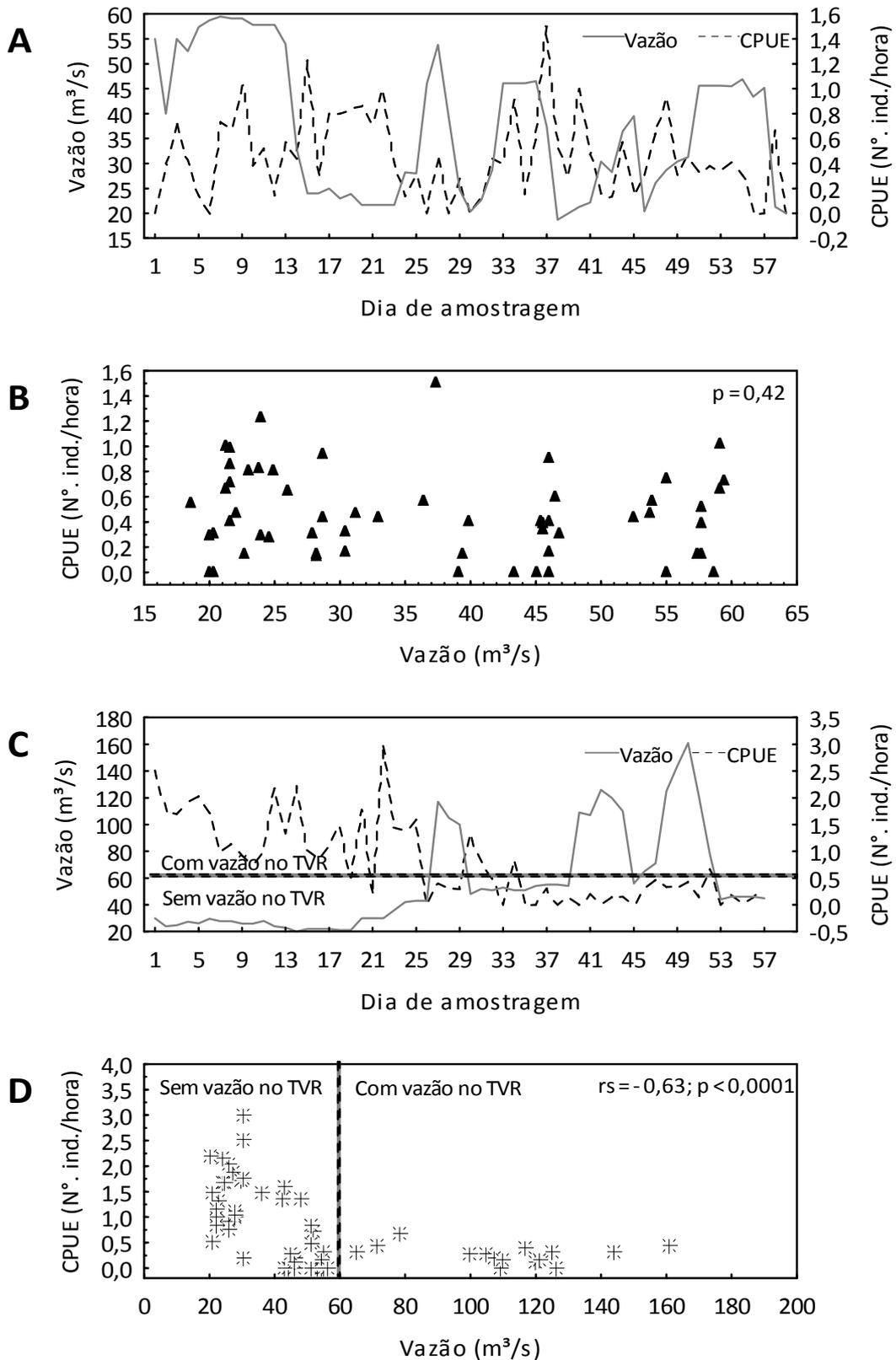


Figura 4. Vazão do rio Pará e abundância de peixes capturados em JGF 1 (A) e sua respectiva correlação (B); e em JGF 2 (C) e sua correlação (D). Continua...

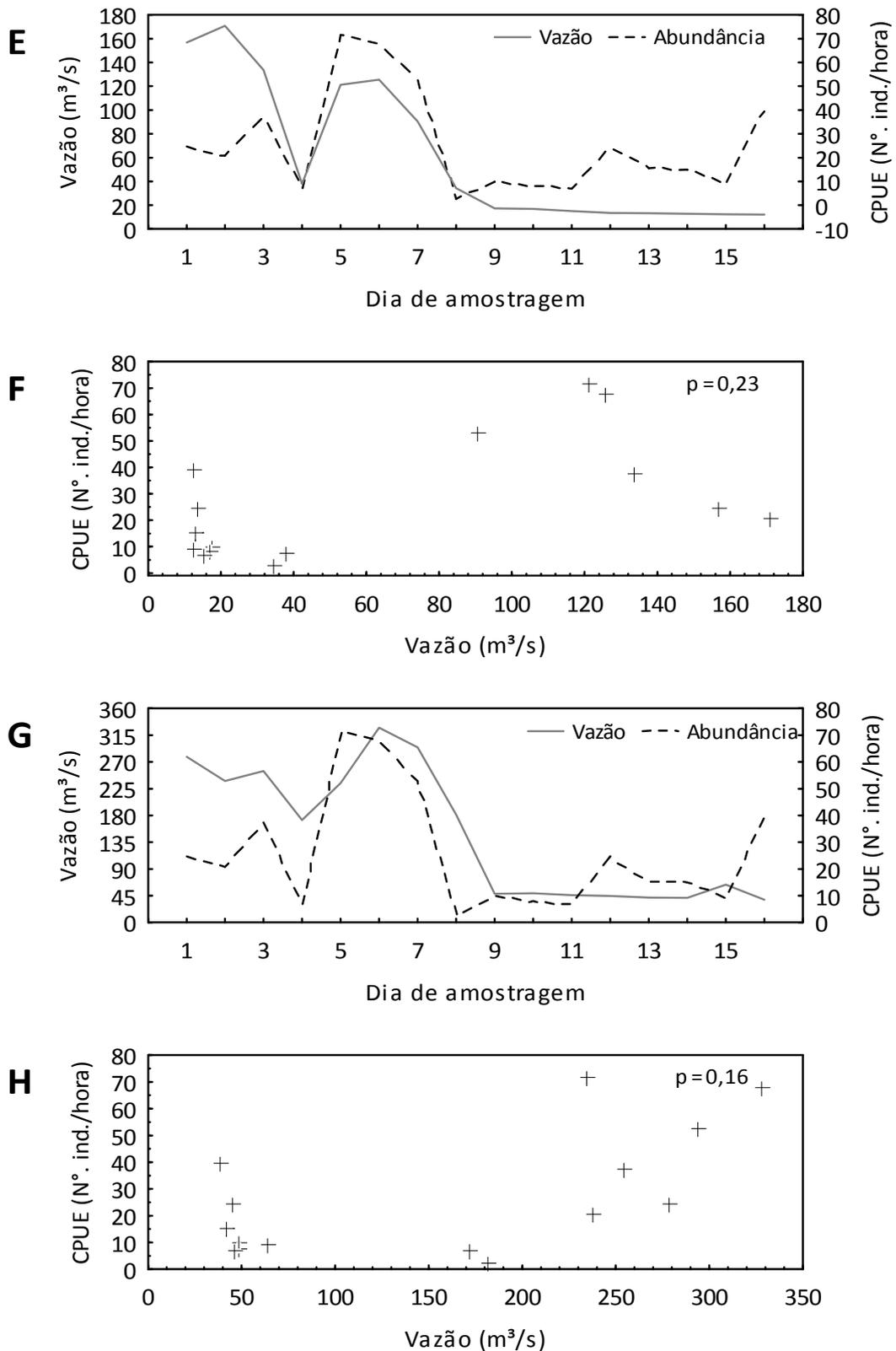


Figura 4. Vazão do rio Itapecerica e abundância de peixes capturados em ITA (E) e sua correlação (F). Vazão do rio Pará, à jusante da confluência com o Itapecerica, e abundância de peixes capturados em ITA (G) e sua correlação (H). (Fonte: própria pesquisa)

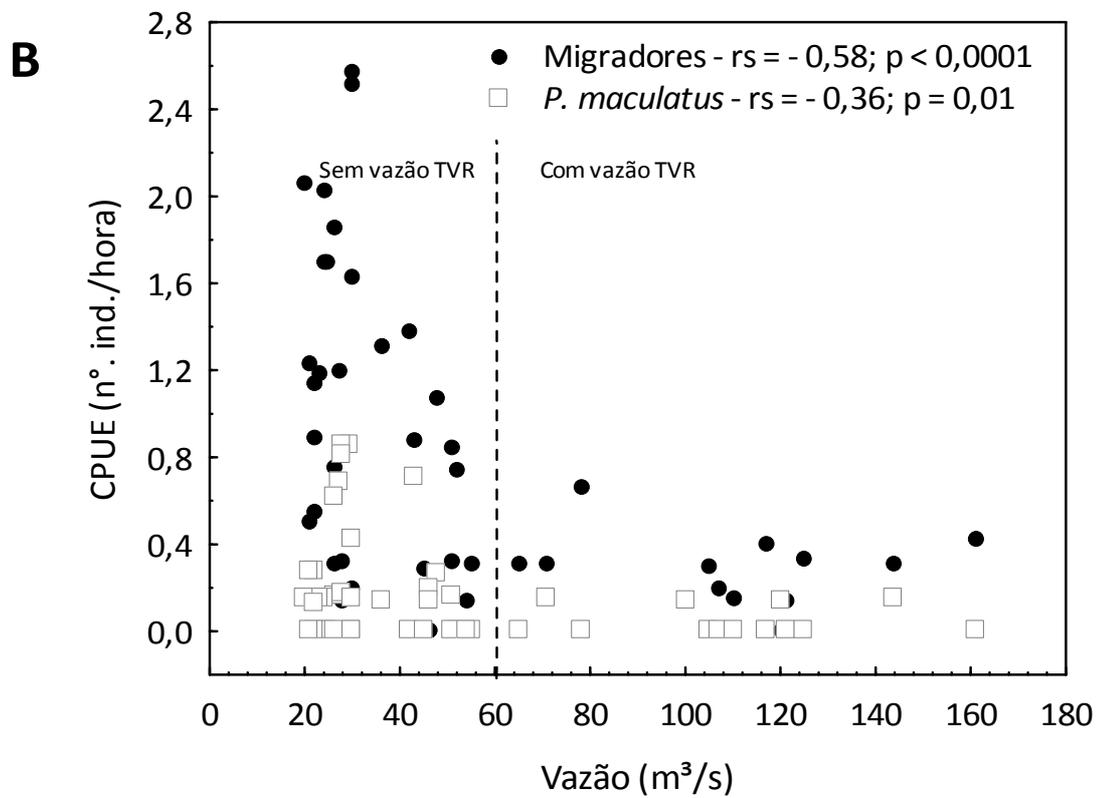
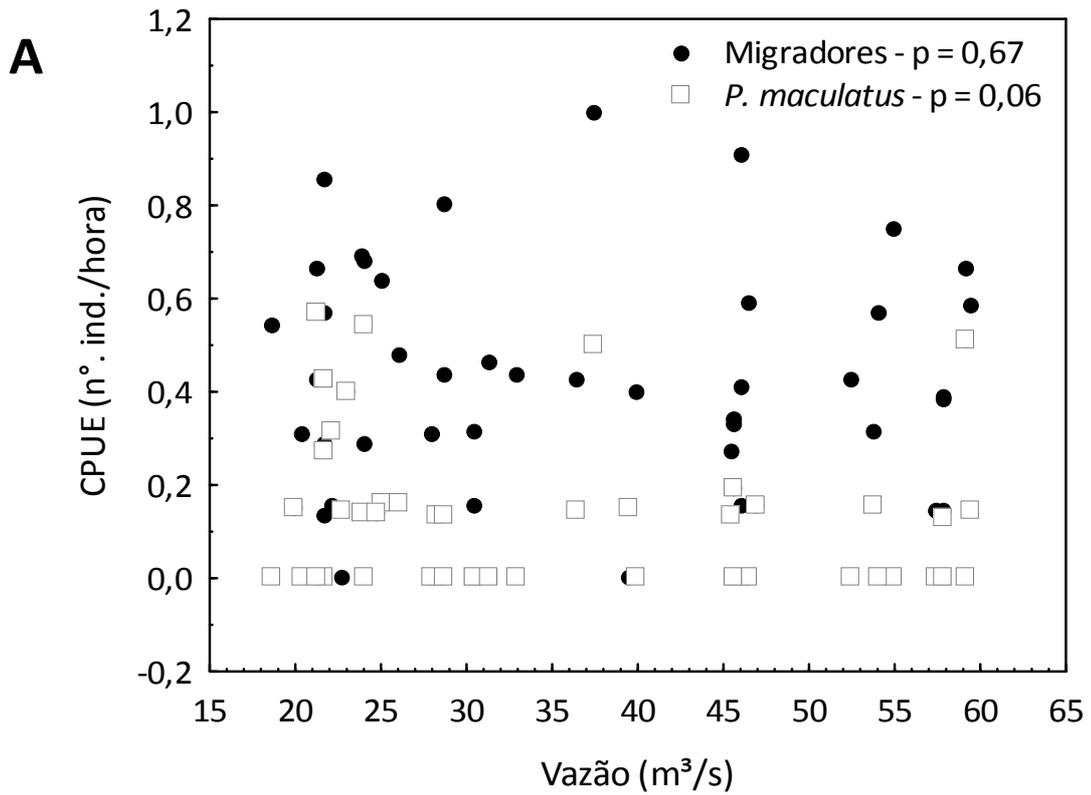


Figura 5. Correlação entre vazão e abundância de espécies migradoras e de *P. maculatus* para JGF 1 (A) e JGF 2 (B). (Fonte: própria pesquisa)

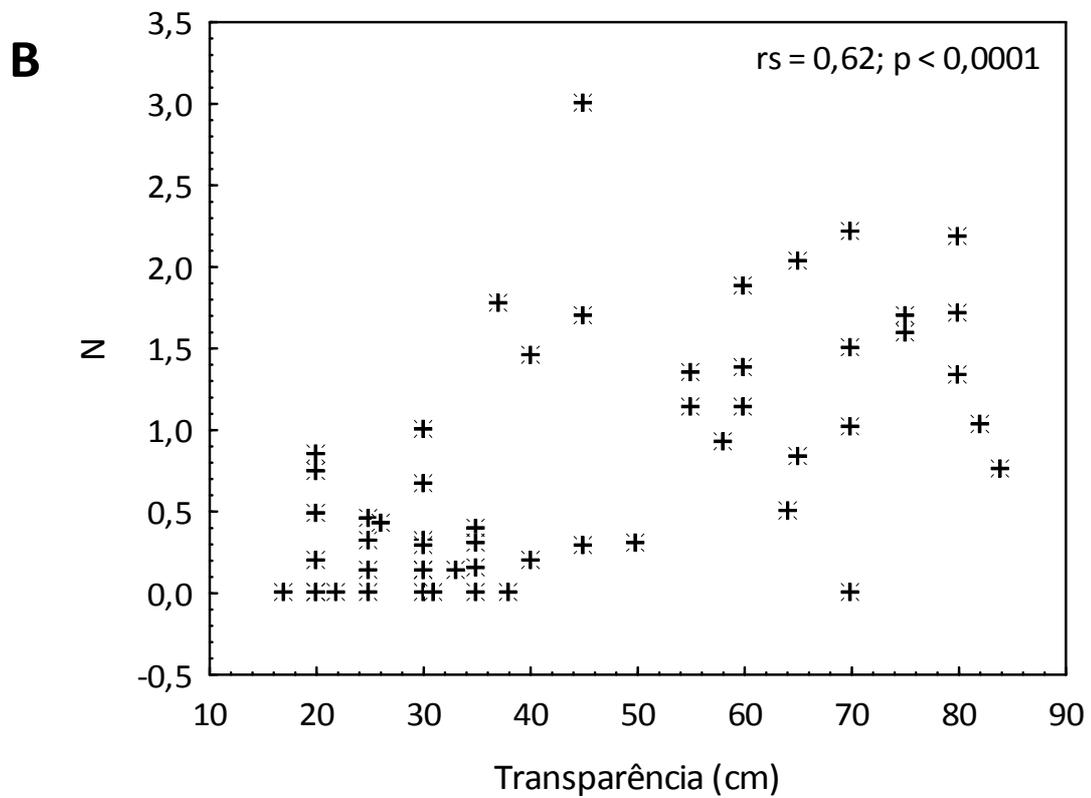
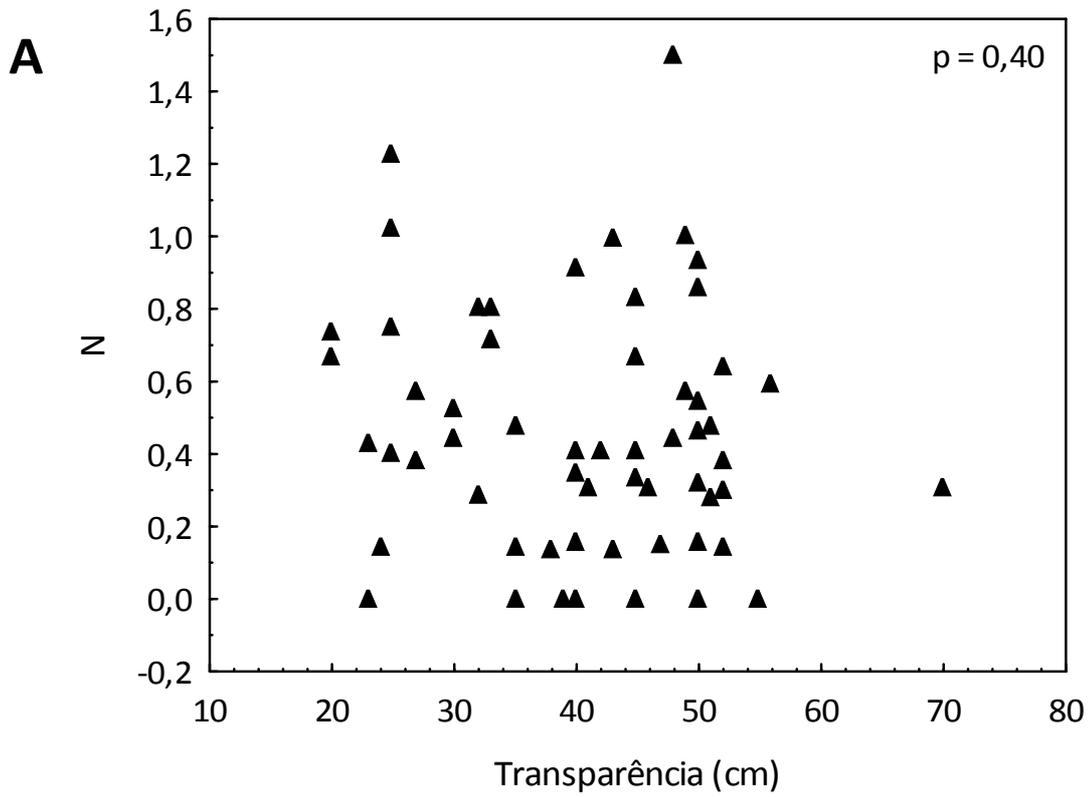


Figura 6. Correlação entre transparência da água do rio Pará a jusante de Gafanhoto e abundância de peixes migradores, no primeiro ano de estudo (A) e no segundo ano (B). (Fonte: própria pesquisa)

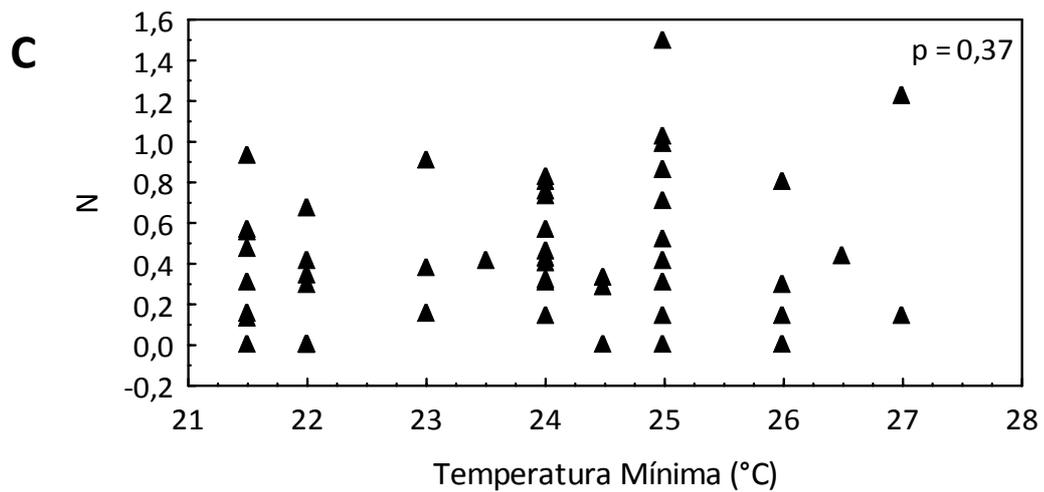
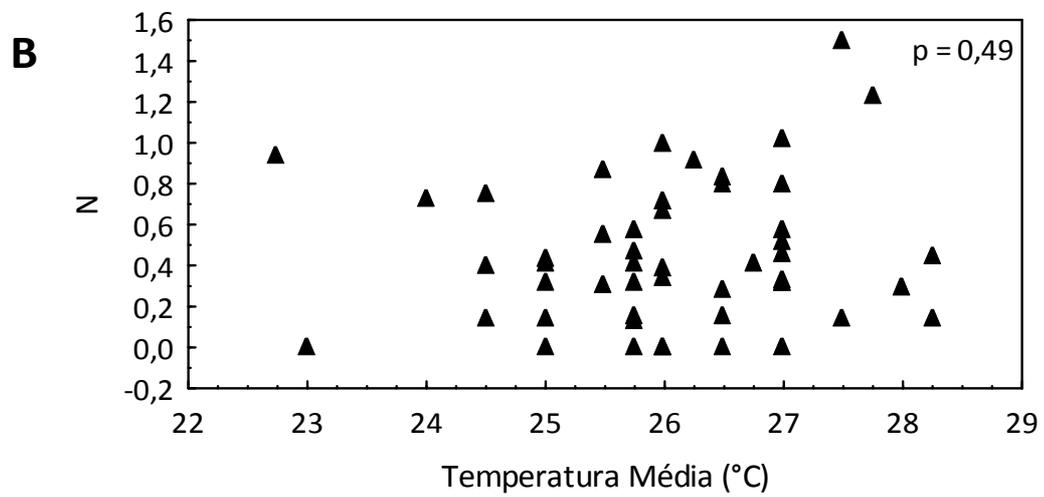
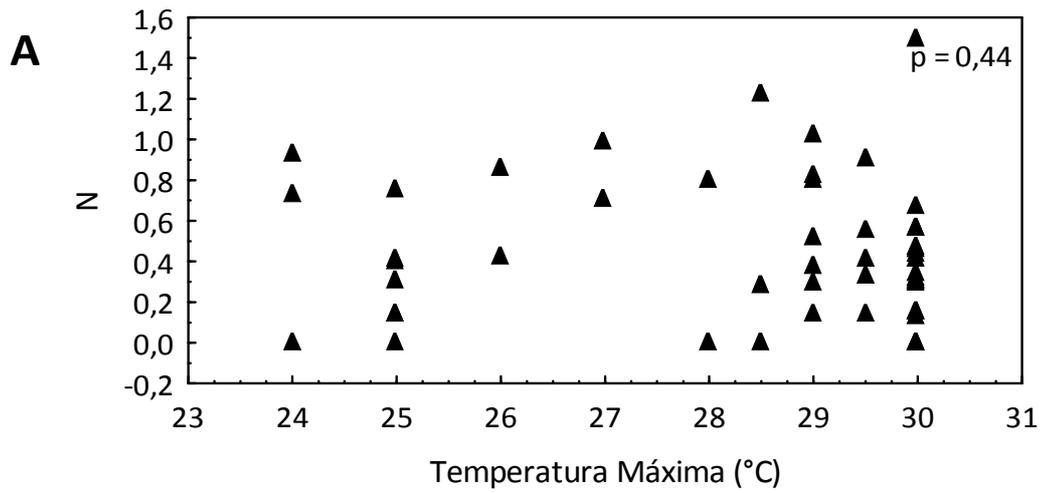


Figura 7. Correlação entre abundância de peixes e temperatura máxima, média e mínima em JGF (A a C) e em JGF2 (D a F). Continua...

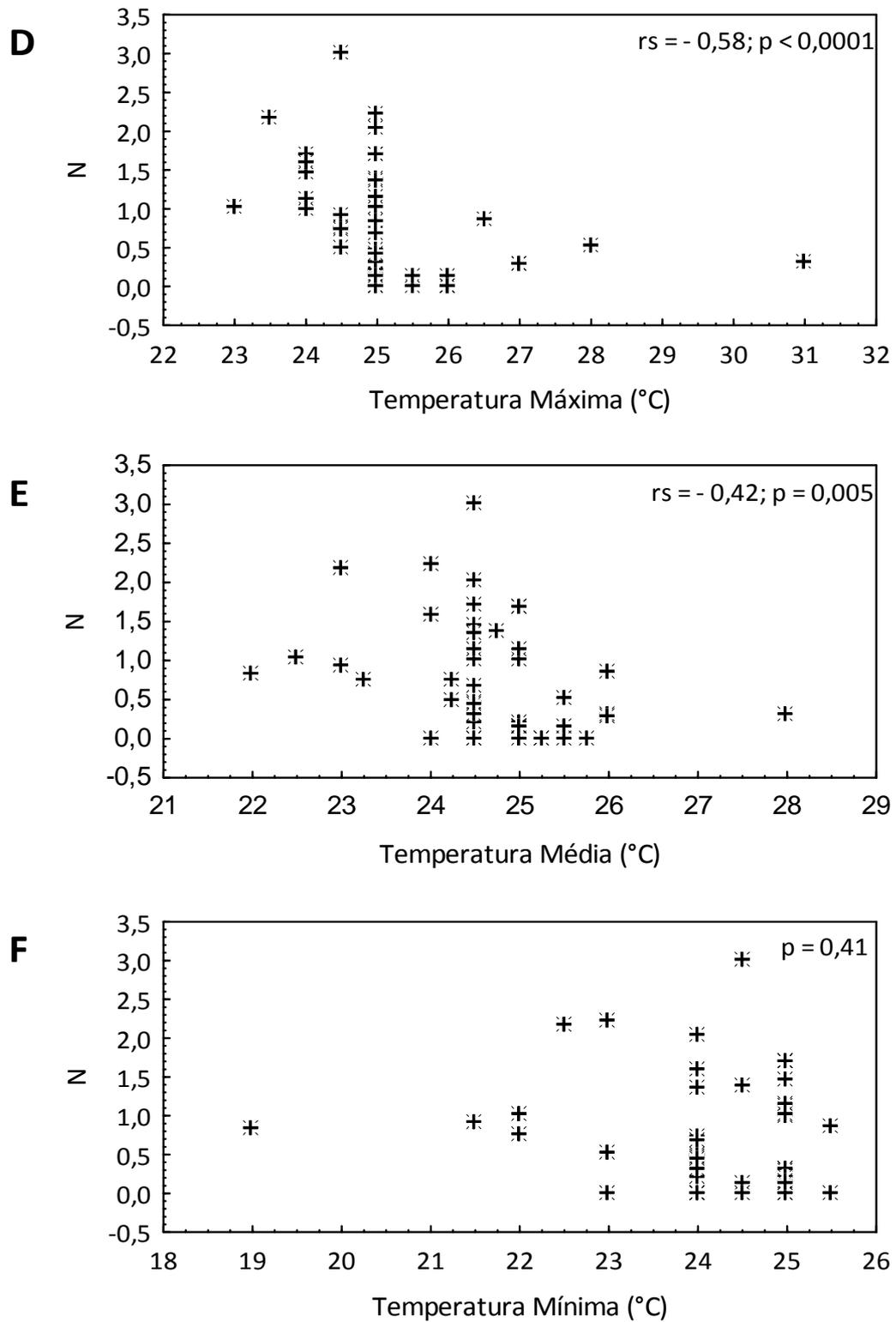


Figura 7. Correlação entre abundância de peixes e temperatura máxima, média e mínima em JGF (A a C) e em JGF2 (D a F). (Fonte: própria pesquisa)

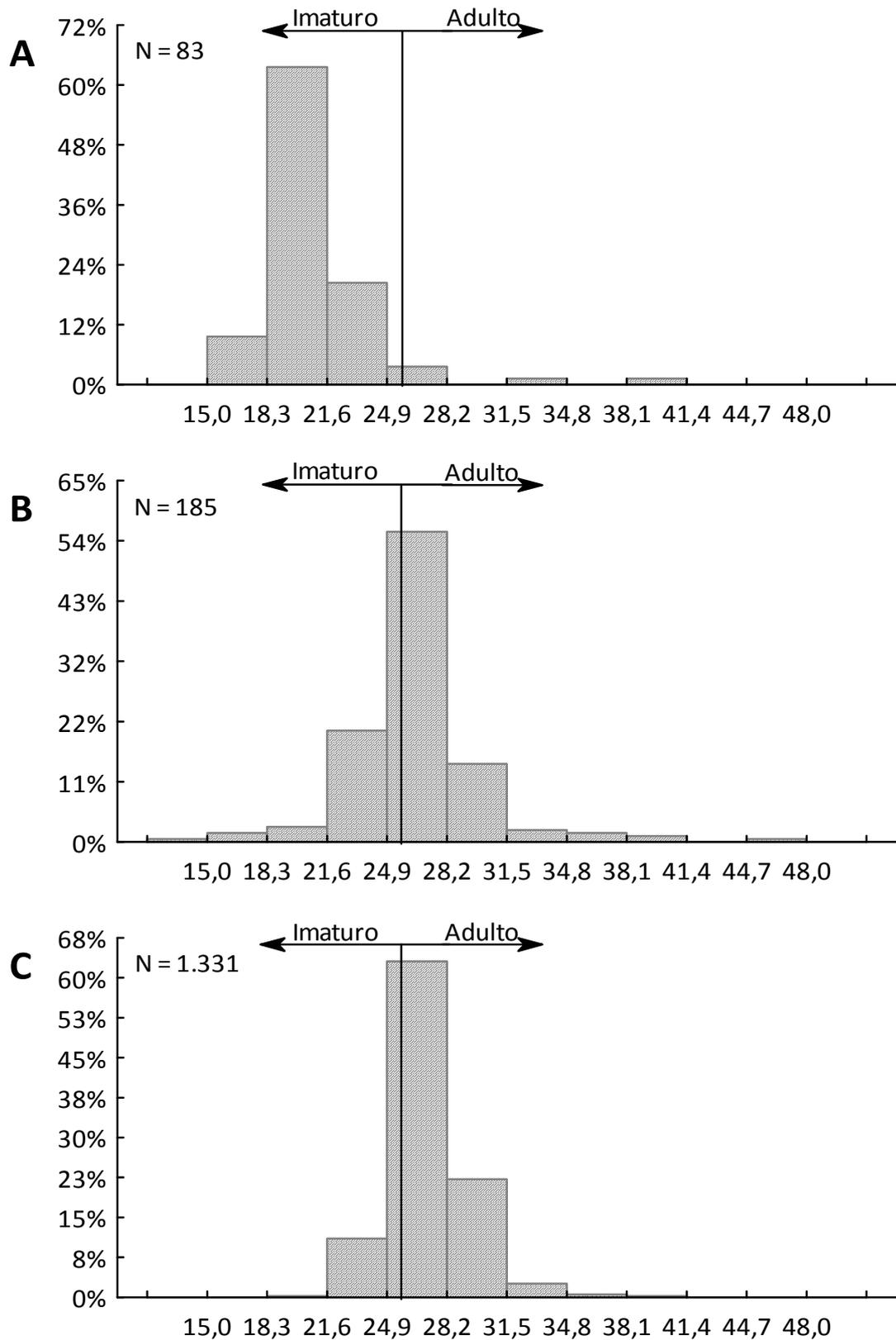


Figura 8. Histograma de comprimento padrão de *Prochilodus costatus* para jusante de Gafanhoto no primeiro ano (A), no segundo ano (B) e no rio Itapecerica (C). (Fonte: própria pesquisa)

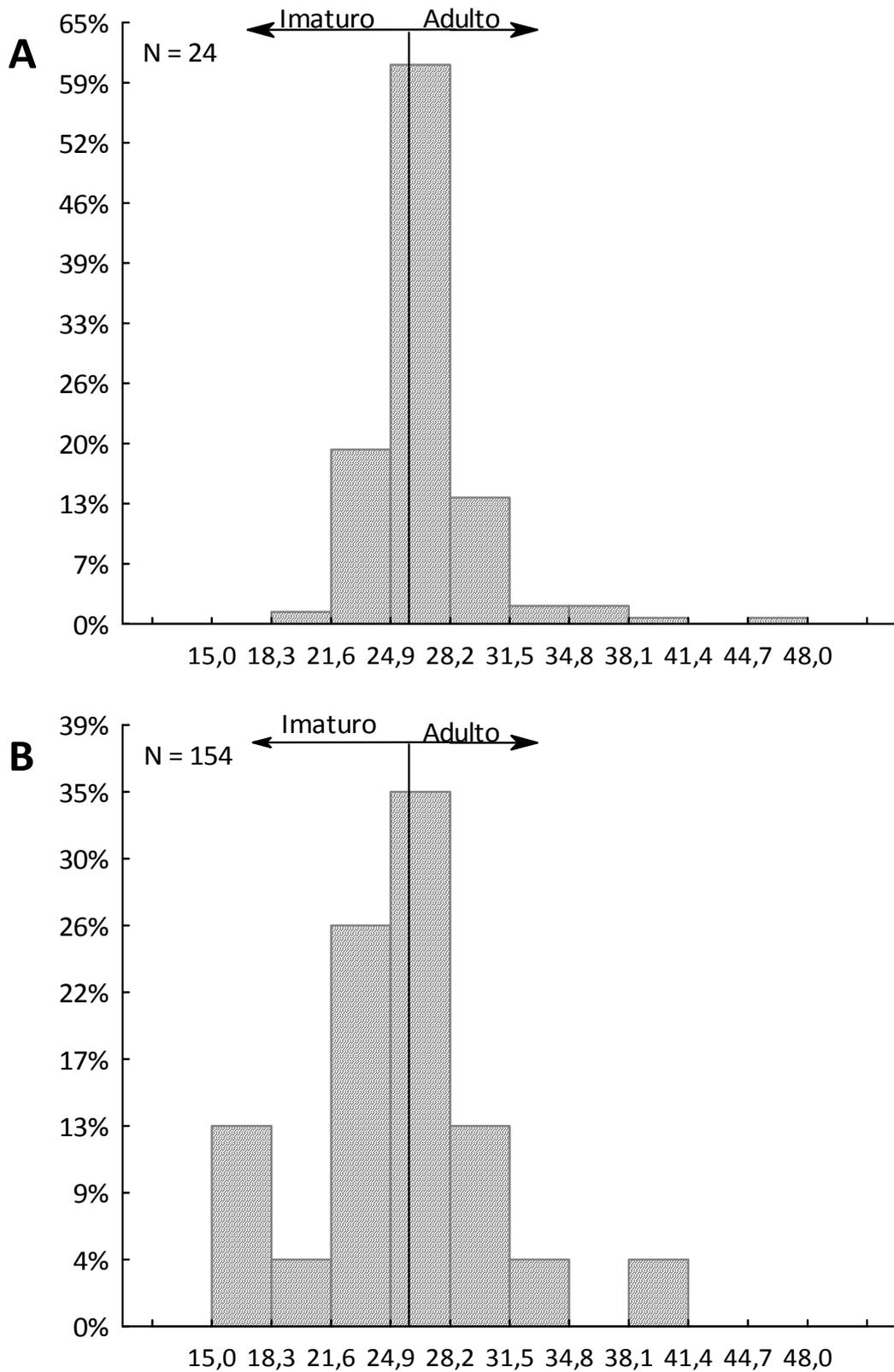


Figura 9. Histograma de comprimento padrão de *Prochilodus costatus* no segundo ano de estudos à jusante de Gafanhoto sem vazão no TVR (A) e com vazão no mesmo (B). (Fonte: própria pesquisa)

A distribuição de freqüência de CP para *P. maculatus* em JGF 1 indicaram que 49% da população amostrada esta inserida na classe $18,0 \geq 20,5$; 20% na classe $20,5 \geq 23,0$; e 18% na classe $15,5 \geq 18,0$ (Figura 10A). Em JGF 2 as classes $20,5 \geq 23,0$ e $23,0 \geq 25,5$ são as mais freqüentes, contendo, ambas, 31% da população amostral, seguida da classe $25,5 \geq 28,0$, com 27% (Figura 10B). Considerando o tamanho de primeira maturação obtido por Vono *et al.* (2002) para *P. maculatus* no reservatório de Miranda, bacia do Paraná, foi verificado que praticamente todos os indivíduos capturados estão aptos para a reprodução.

As variações no horário de captura dos exemplares de *P. costatus* podem ser consideradas ao acaso no trecho de jusante de Gafanhoto para os dois anos amostrados ($p = 0,93$ para JGF 1 e $p = 0,20$ para JGF 2). Para o rio Itapeperica há uma correlação fraca, sendo os maiores valores observados no período da manhã, com diminuição do número de exemplares capturados no período da tarde ($r_s = -0,32$; $p = 0,03$) (Figura 11).

Foram recapturadas 170 marcas pertencentes a 11 espécies, sendo 142 peixes marcados no primeiro ano e 28 no segundo. As espécies do gênero *Hypostomus* foram as mais recapturadas. Juntas elas representaram quase dois terços do total de registros (126). A segunda espécie mais recapturada foi *P. costatus*, com 19 registros, seguida por *Myleus micans*, com 10. Das espécies consideradas migradoras, três apresentaram recapturas, sendo *P. costatus* a mais freqüente, seguida por *S. franciscanus* (3), e *Leporinus obtusidens* (1) (Tabela 3).

O sucesso de recaptura foi alto para as espécies consideradas sedentárias, como em *O. niloticus* (28,57%); *Hypostomus* sp. (B) (24,68%); e *H. francisci* (23,59%). Para as três espécies de piracema que foram recapturadas o sucesso foi maior em *S. franciscanus* (1,76%), seguido por *P. costatus* (0,68%) e por *L. obtusidens* (0,59%).

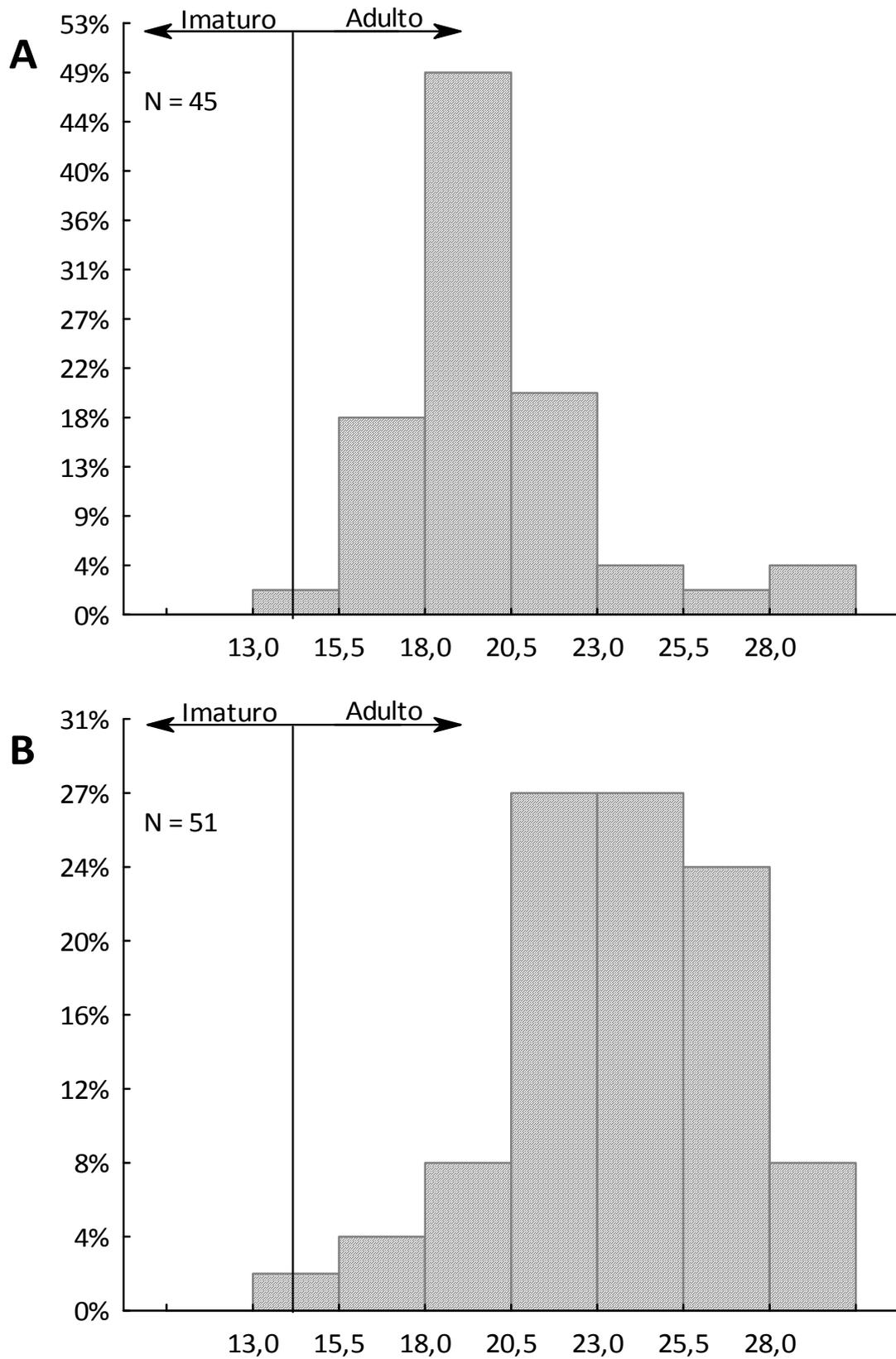


Figura 10. Distribuição de freqüência de comprimento padrão de *Pimelodus maculatus* em JGF 1 (A) e JGF 2 (B). (Fonte: própria pesquisa)

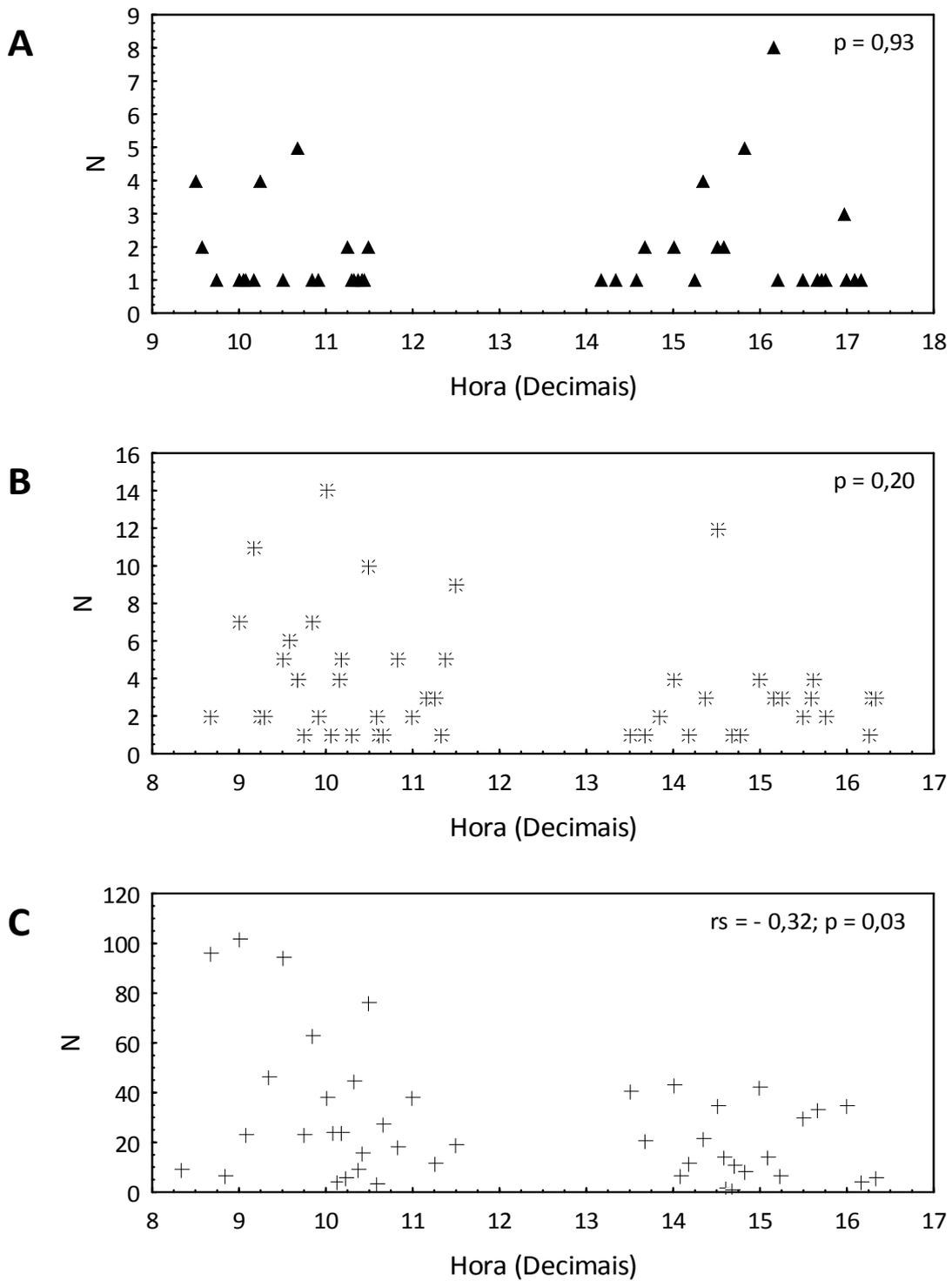


Figura 11. . Correlações entre horário de captura e abundância numérica para *Prochilodus costatus* à jusante de Gafanhoto no primeiro ano de estudo (A), no segundo ano (B), e no rio Itapecerica (C).
 (Fonte: própria pesquisa)

Todas as espécies consideradas sedentárias, exceto *M. micans*, que foram marcadas a jusante da usina de Gafanhoto foram recapturadas no mesmo local de soltura. Para *M. micans*, oito dos dez exemplares marcados a jusante de Gafanhoto também foram recapturados no mesmo local, com média de 32 dias (± 12) de intervalo entre o dia de marcação e o dia de recaptura, e outros dois foram recapturados no rio Pará, sendo um à aproximadamente 30 km do local de marcação e outro a 45 km, 138 dias após sua marcação. Foram observadas maiores variações para as espécies migradoras. Todas as recapturas de *S. franciscanus* ocorreram no mesmo local de soltura, JGF, sendo um capturado 17 dias após sua marcação, outro após 25 dias e outro após 180 dias. O único exemplar recapturado de *L. obtusidens* foi marcado em JGF e quase dois meses após foi recapturado em ITA. No dia de sua recaptura foi registrada uma vazão no rio Pará de 122 m³/s e no rio Itapecerica de 157 m³/s. Para *P. costatus*, 63% das recapturas ocorreram no próprio ambiente que foram soltos, com média de 18 dias (± 15) de intervalo entre marcação e recaptura. Porém, 03 exemplares marcados no rio Itapecerica foram recapturados a jusante da usina de Gafanhoto, com média de 40 dias (± 4), e outros dois próximos da confluência entre os rios Pará e Itapecerica, poucos dias após sua marcação. Outros dois exemplares marcados a jusante de Gafanhoto foram recapturados em locais distintos. O primeiro foi no rio Itapecerica, 39 dias após sua marcação, e o segundo foi próximo a cidade de São Gonçalo do Rio Pará, na calha do rio Pará a aproximadamente 30 km do local de marcação, após um ano.

Tabela 3. Número de exemplares e frequência relativa das espécies marcadas e recapturadas em JGF1, JGF2 e ITA; N – Número de exemplares marcados. S – Sucesso de recaptura. Continua...

Espécies	JGF 1		JGF 2		ITA		Total		Recapturas		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	S
<i>A. bimaculatus</i>	1	0,09					1	0,02			
<i>A. fasciatus</i>	8	0,69	4	0,70			12	0,28			
<i>B. orthotaenia</i>	1	0,09	1	0,17			2	0,05			
<i>E. virescens</i>	1	0,09					1	0,02			
<i>G. brasiliensis</i>	7	0,60	15	2,62	1	0,04	23	0,53			
<i>H. intermedius</i>	13	1,12	5	0,87	1	0,04	19	0,44	1	0,59	5,26
<i>H. malabaricus</i>	4	0,34					4	0,09			
<i>H. littorale</i>			1	0,17			1	0,02			
<i>H. francisci</i>	281	24,12	3	0,52			284	6,58	67	39,41	23,59
<i>Hypostomus</i> sp.	318	27,30	2	0,35			320	7,42	40	23,53	12,50
<i>Hypostomus</i> sp. (B)	77	6,61					77	1,78	19	11,18	24,68
<i>L. vittatus</i>	7	0,60	12	2,09			19	0,44			

Espécies	JGF 1		JGF 2		ITA		Total		Recapturas		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	S
<i>L. obtusidens</i>	12	1,03	34	5,93	8	0,31	54	1,25	1	0,59	1,85
<i>L. piau</i>	1	0,09	5	0,87	6	0,23	12	0,28			
<i>L. reinhardti</i>	25	2,15	28	4,89			53	1,23			
<i>L. taeniatus</i>	45	3,86	39	6,81			84	1,95	4	2,35	4,76
<i>L. alexandri</i>			1	0,17			1	0,02			
<i>M. micans</i>	116	9,96	86	15,01	1	0,04	203	4,71	10	5,88	4,93
<i>O. niloticus</i>	7	0,60					7	0,16	2	1,18	28,57
<i>P. maculatus</i>	44	3,78	49	8,55			93	2,16			
<i>P. poli</i>	1	0,09					1	0,02			
<i>P. argenteus</i>	2	0,17	3	0,52			5	0,12			
<i>P. costatus</i>	80	6,87	185	32,29	2536	98,45	2801	64,93	19	11,18	0,68
<i>R. quelen</i>			1	0,17			1	0,02			
<i>S. franciscanus</i>	35	3,00	9	1,57	23	0,89	67	1,55	3	1,76	4,48
<i>S. hilarii</i>	9	0,77	15	2,62			24	0,56			
<i>S. brandtii</i>	70	6,01	75	13,09			145	3,36	4	2,35	2,76
Total	1.165	100	573	100	2.576	100	4.314	100	170	100	3,94

Fonte: própria pesquisa

5. DISCUSSÃO

Os regimes de cheias são a força mais importante para determinar a sazonalidade em rios neotropicais (Junk *et al.*, 1989). O alagamento de áreas terrestres promove grandes flutuações que afetam os processos biológicos e a estrutura e função da assembléia de peixes (Agostinho *et al.*, 2004). Populações naturais estão sujeitas às flutuações randômicas no fluxo de água, porque as condições ambientais variam estocasticamente (Gubiani *et al.*, 2007). A construção de uma hidrelétrica pode alterar o fluxo de água a jusante da barragem (Welcomme, 1979) e conseqüentemente modificar o regime de cheias, diminuindo as áreas alagáveis e a biodiversidade dos ambientes isolados (Gubiani *et al.*, 2007). Mesmo cortando a cidade de Divinópolis, o maior centro urbano da bacia do rio Pará, e recebendo em suas águas os esgotos domésticos e industriais dessa área urbana, o rio Itapecerica parece ser a principal rota migratória da região. Isto é corroborado pela grande abundância de exemplares de *P. costatus* capturados neste rio em um ambiente pouco propício para o estabelecimento de grandes Characiformes (ITA), indicando um ambiente de passagem para esses exemplares. Quando comparado com JGF a abundância de *P. costatus* foi quase dez vezes superior. Fatores como a regulação de vazão imposta pela usina de Cajuru e o bloqueio da rota na calha do rio Pará

podem ter contribuído para a utilização do rio Itapecerica por grandes cardumes de *P. costatus* durante as cheias. Provavelmente essas espécies utilizavam essa rota antes da construção dessas barragens.

Diversos estudos apontam os efeitos do barramento sobre a comunidade de peixes migradores no trecho a jusante da usina, como Gomes & Agostinho (1997), Petry *et al.* (2003) e Sanches *et al.* (2006) para a bacia do rio Paraná; e Sato *et al.* (2005) e Godinho & Kynard (2006) para a bacia do rio São Francisco. Estudos recentes tentam propor uma vazão ecológica que seria capaz de diminuir os impactos decorrentes da regulação do fluxo de água a jusante, como pesquisado por Godinho *et al.* (2007).

Estudos anteriores à construção de Porto Primavera ressaltam a importância dos tributários da região, como os rios Piqueri e Ivinheima como área de desova de *P. lineatus* (Agostinho *et al.*, 1993). Segundo Agostinho *et al.* (2003) na bacia do Paraná os habitats de desova, em geral estão localizados nas partes altas de grandes tributários. A importância de tributários também foi pontuada por Alves & Pompeu (2010) para a bacia do rio São Francisco, onde foram detectadas a presença de *P. corruscans*, *Leporinus* spp., *S. franciscanus*, e de grandes cardumes de *Prochilodus* spp., em seu principal afluente, o rio das Velhas.

Além de interferir no padrão de cheias a jusante, a construção de reservatórios interrompe o fluxo migratório de peixes, impedindo que esses alcancem as áreas de desova localizadas a montante do barramento Agostinho *et al.* (1992). O bloqueio das rotas migratórias foi alvo de estudos por Carvalho & Merona (1986) e Ribeiro *et al.* (1995) na bacia do rio Tocantins; Godinho *et al.* (1991), Capeleti & Petrere Jr. (2006) e Antonio *et al.* (2007) na bacia do Paraná; e Pompeu & Martinez, (2006) no rio Muruci.

A grande riqueza de migradores encontrada em JGF, sete espécies, comparada a ITA, três, pode estar relacionada à concentração de peixes nos sopés das barragens, como ponderado por Pelicice *et al.* (2009).

O sincronismo da desova com o período das chuvas, quando o nível da água começa a subir, é freqüentemente mencionado na literatura (Agostinho *et al.*, 2003). No presente estudo foi observada uma correlação negativa entre a vazão e a abundância de migradores, incluindo *P. maculatus*, em JGF 2. Esta correlação, inversa à esperada, pode estar ligada à presença de um TVR em Gafanhoto. Durante épocas de vazões menores a água é praticamente toda utilizada

para a geração de energia. Com o aumento do volume do rio e a saturação da capacidade de geração, a água é vertida e passa a correr no antigo leito. Exemplares adultos, outrora nas proximidades da casa de força, podem deslocar para o TVR, migrando rio acima. Para o rio Itapecerica, não foi observada correlação entre a vazão e a abundância. Porém, excluindo-se o último dia das atividades, o qual apresentou um número atipicamente alto de peixes marcados em relação aos demais, uma correlação entre a vazão total e abundância é obtida. Outros autores também identificaram a vazão como um fator importante para a atração de peixes migradores, como os trabalhos de Pompeu & Martinez (2006), Godinho & Kynard (2006). Porém, Agostinho *et al.* (2004) pontuam que a duração das cheias é mais importante que a presença de grandes picos de inundação, pois afeta diretamente no sucesso de recrutamento das grandes migradoras.

O comportamento de *P. maculatus* foi semelhante ao de *P. costatus* em JGF, entretanto a primeira espécie não foi capturada em ITA. A ausência de captura de *P. maculatus* na principal rota migratória da região pode indicar um padrão diferenciado para aquele encontrado para as espécies migradoras. O padrão distinto de migração dessa espécie em relação a uma outra espécie de curimatá (*P. lineatus*) é relatado por Silva (2004) no rio Grande.

Poucos estudos correlacionam a transparência da água com a abundância de espécies migradoras. Segundo Sanches *et al.* (2006) o aumento da transparência da água pode acarretar em maiores taxas de predação dos ovos e larvas dos peixes de piracema. A desova em ambientes com maior turbidez poderia diminuir as taxas de predação e aumentar a sobrevivência da prole. No presente estudo os resultados da correlação entre transparência e abundância de peixes migradores foram constatados em JGF 2. Porém, este resultado pode ser reflexo da vazão, uma vez que com o aumento da vazão é também observado o aumento da turbidez.

Segundo Agostinho *et al.* (2007), a desova geralmente ocorre quando o nível do rio está em ascensão, porém não é o único fator atuante. Pluviosidade, fotoperíodo e temperatura podem também servir de gatilho para a reprodução (Vazzoler *et al.*, 1997). No presente estudo a temperatura apresentou correlação com a abundância somente em JGF 2, período em que também foram registradas maiores vazões no rio Pará. Poderia indicar que a temperatura, apesar de importante para a migração das espécies, é um fator secundário nesse caso, visto que foram observadas temperaturas semelhantes entre os dois anos. Porém, Sato *et al.* (2005) estudaram a influência do rio Abaeté no sucesso reprodutivo de *P. argenteus* no rio são

Francisco e detectaram que essa espécie utiliza principalmente o trecho da barra do afluente como sítio de desova. Segundo esses mesmos autores essa preferência se deve principalmente as condições do Abaeté na região, mais favoráveis à reprodução de peixes migradores, por apresentar, entre outros fatores, temperatura mais elevada que o São Francisco.

A análise dos histogramas de *P. costatus* indica uma influência da vazão no padrão de distribuição do comprimento. Durante o primeiro ano de estudo a proporção de imaturos na população foi maior, indicando que a área funcione como um habitat de crescimento. Com o aumento da vazão em JGF2 houve também um aumento na proporção de adultos da população. Quando o padrão de JGF2 é analisado separadamente entre distribuição com altas e baixas vazões, é notada uma mudança na estrutura, com o aumento de juvenis na população no primeiro caso. Isto pode estar relacionado ao vertimento de água para o TVR, e conseqüente migração da população adulta para o trecho em questão. Para ITA a proporção de adultos foi superior à observada para juvenis que, aliada a elevada abundância de migradores, indica o rio Itapecerica como rota principal da região estudada. É provável que a seletividade do petrecho utilizado seja a principal fonte dos resultados obtidos para *P. maculatus*, já que exemplares imaturos não são capturados com a malha utilizada.

Em JGF não houve tendência no horário de captura e isso pode ser um indicativo que a população esteja estabelecida nessa região, uma vez que a literatura relata a existência de horários definidos no que diz respeito à atividade migratória de peixes (Oldani *et al.* 1992; Pompeu & Martinez, 2006). Esta preferência por horário foi observada em ITA reforçando a idéia de utilização dessa rota por parte de *P. costatus*.

No presente estudo, o sucesso de recaptura foi influenciado pelo padrão reprodutivo das espécies. Aquelas consideradas migradoras apresentaram valores de recaptura abaixo dos registrados pela literatura (Alves, 2007; Antonio *et al.*, 2007), exceto para *S. franciscanus*, que apresentou valores próximos aos observados por Antonio *et al.* (2007) em relação a uma espécie equivalente. A ausência de pescadores profissionais na região também pode ser um fator preponderante nesse resultado, visto que o retorno depende somente da captura pela pesca esportiva, que é mais seletiva. As espécies sedentárias apresentaram sucesso elevado de recaptura, que ocorreu principalmente pela própria equipe de marcação, indicando que essas espécies apresentam baixo deslocamento na calha do rio.

No presente estudo os maiores deslocamentos foram de *P. costatus*, mas diferentemente da literatura (Godoy, 1972; Bonetto *et al.*, 1981; Barthem & Golding, 1997; Silva, 2004; Alves, 2007), os valores de migração foram baixos, 30 km. Esse valor, porém, não contempla parte da migração realizada no rio Itapecerica. Indivíduos juvenis dessa espécie foram capturados em lagoas marginais deste rio a 45 km do local de marcação. Partindo do pressuposto que sejam as mesmas populações as distâncias percorridas são de, no mínimo 75 km, valor próximo ao observado por Agostinho *et al.* (1993) e Godinho & Kynard (2006).

Seguindo os preceitos de Pelicice & Agostinho (2008), a construção de um sistema de transposição para peixes na usina de Gafanhoto não pode ser vista como uma alternativa viável para a conservação dos peixes migradores da região. A regularização da vazão imposta pela usina de Cajuru, o pequeno trecho livre de rio a montante de Gafanhoto e a ausência de áreas de desova preponderantes criariam um sistema pouco eficiente para esta finalidade. Por outro lado outras medidas de manejo poderiam ser mais eficientes. Uma dessas passaria pela conservação e recuperação da bacia do rio Itapecerica. Medidas como proteção dos sítios de desova e crescimento, trabalhos de conscientização dos pescadores amadores e aumento da fiscalização no período de piracema, trariam resultados mais satisfatórios. Não menos importante seria o tratamento dos efluentes, domésticos e industriais, para a melhoria na qualidade de água dos rios da região. Porém, nenhuma dessas medidas seria suficiente caso não houvesse a manutenção da conectividade dos rios, mantendo também as rotas de migração dentro da bacia do rio Pará.

6. CONCLUSÕES

- As diferenças na riqueza e abundância entre JGF e ITA estão relacionadas ao tipo de ambiente amostrado e a presença de cardumes migradores em ITA;
- Os padrões de abundância de *P. costatus* e *P. maculatus* sofrem influência de fatores físico-químicos de forma distinta entre os dois locais estudados, uma vez que no rio Itapecerica o aumento da abundância é diretamente proporcional ao aumento da vazão, o que não ocorre no rio Pará;
- A vazão e a passagem de água pelo TVR interferem no padrão de distribuição de *P. costatus* em JGF, e em ITA há um predomínio de adultos na população;
- Existe uma tendência por parte de *P. costatus* de migrar no período da manhã apenas no rio Itapecerica;

- *P. costatus* apresenta uma área de migração menor na região estudada quando comparada a outras regiões, como a bacia do Paraopeba.
- A migração ocorre principalmente no rio Itapecerica, mas uma pequena parte dos peixes também migram para a região próxima da casa de força. Com a passagem de um volume maior de água pelo TVR os exemplares adultos outrora na casa de força, passam a subir esse trecho atingindo o sopé da barragem. Um modelo conceitual (Figura 12) sumariza esses movimentos.

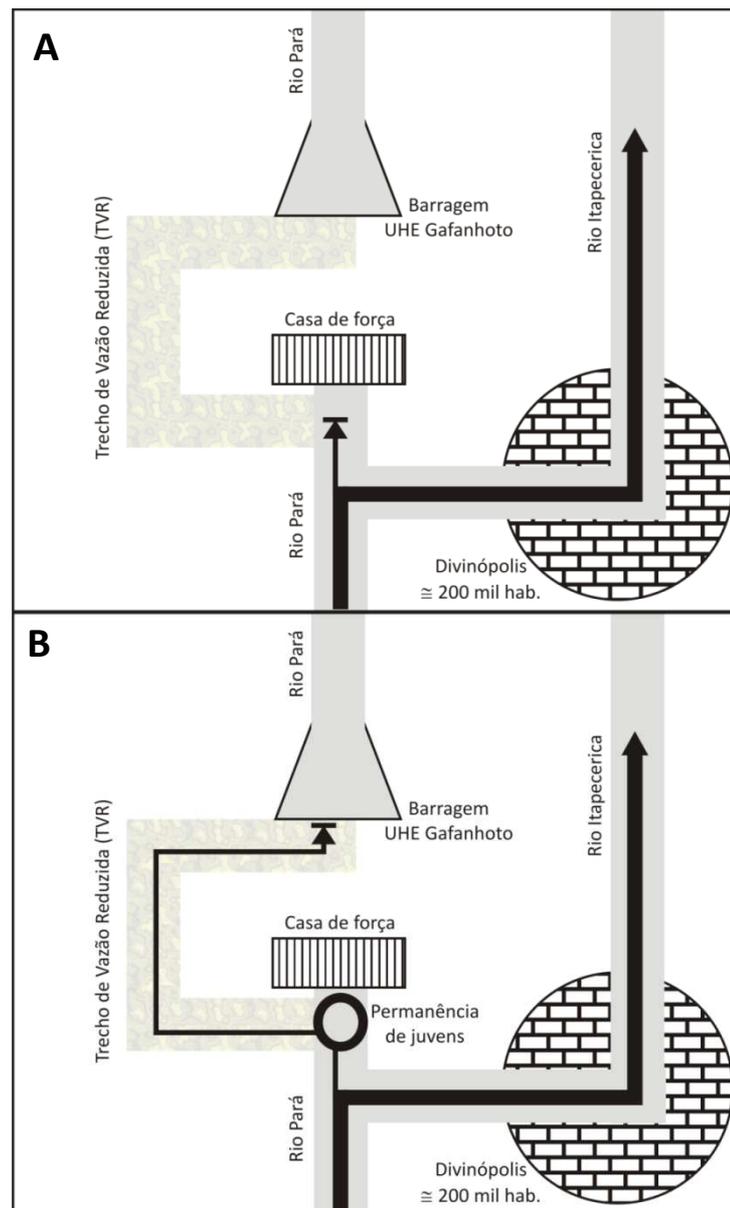


Figura 12. Modelo conceitual dos movimentos migratórios no trecho a jusante da usina de Gafanhoto, no rio Pará. A largura da seta indica a proporção da população em um caminho e a ponta indica a direção do movimento. Em A o modelo para épocas de baixa vazão e em B para época de alta vazão. (Fonte: própria pesquisa)

REFERÊNCIAS

- Agostinho AA, Júlio Jr. HF, Borghetti JR. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos sobre a ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Itaipu. *Revista UNIMAR* **14**(2): 89-107.
- Agostinho AA, Vazzoler AEAM, Gomes LC, Okada EK. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev. Hydrobiol. Trop.* **26**(1): 79-90.
- Agostinho AA, Gomes LC, Suzuki HI, Júlio Jr. HF. 2003. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*, Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds.). World Fisheries Trust: Victoria, BC, Canada; 19-98.
- Agostinho AA, Gomes LC, Veríssimo S, Okada EK. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **14**: 11-19. DOI: 10.1007/s11160-004-3551-y.
- Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Eduem: Maringá, Paraná.
- Alves CBM. 2007. Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. *Neotropical Ichthyology* **5**(2): 233-236. DOI: 10.1590/S1679-62252007000200019.
- Alves CBM, Pompeu OS. 2010. A fauna de peixes da Bacia do Rio das Velhas no final do século XX. In *Peixes do Rio das Velhas: passado e presente*, Alves CBM, Pompeu PS (org.). ARGUMENTVM: Belo Horizonte, Minas Gerais; 167-189.
- Antonio RR, Agostinho AA, Pelicice FM, Bailly D, Okada EK, Dias JHP. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology* **5**(2): 177-184. DOI: 10.1590/S1679-62252007000200012.

- Ayres M, Ayres Jr. M, Ayres DL, Santos AAS. 2007. *Bioestat 5.0*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá: Belém, Pará.
- Barroca TM. 2009. Isolamento e caracterização de marcadores moleculares para análise genética de populações de peixes migratórios do rio Pará. *Dissertação de mestrado*. Programa de pós graduação em Genética da UFMG: Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Barthem R, Goulding M. 1997. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. IPAAM: Brasília, DF.
- Bazzoli N. 2003. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial na região de Pirapora. In *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*, Godinho HP, Godinho AL (org.). Editora PUC Minas: Belo Horizonte, Minas Gerais; 291-306.
- Bonetto AA. 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la cuenca del Plata. *Ciencia e Investigación* **19**(1-2): 12-26.
- Bonetto AA, Canon Verón M, Roldán D. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el rio Paraná. *Ecosur* **8**(16): 55-88.
- Britski HA, Sato Y, Rosa ABS. 1988. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias*. CODEVASF: Brasília.
- Carvalho JL, Merona B. 1986. Estudos sobre dois peixes migratórios do baixo Tocantins antes do fechamento da barragem de Tucuruí. *Amazoniana* **9**(4): 595-607.
- Capeleti AR, Petreire Jr. M. 2006. Migration of the curimbatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Prochilodontidae) at the waterfall “Cachoeira de Emas” of the Mogi-Guaçu river – São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **66**(2B): 651-659. DOI: 10.1590/S1519-69842006000400009.
- CBH-Pará. 2001. *Projeto Água e Vida*. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, disponível em: <http://www.cbhpara.org.br/projetos.htm>. Acesso em: Maio 2007.
- Eschmeyer WN, Fricke R. 2011. *Catalog of Fishes electronic version*. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

- Esteves FA. 1998. *Fundamentos de limnologia*. Interciência: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Froese R, Pauly D. 2000. *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. ICLARM, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Godinho AL, Kynard B. 2006. Migration and spawning of radio-tagged Zulega *Prochilodus argenteus* in a dammed Brazilian river. *Transactions of the American Fisheries Society* **135**: 811-824. DOI: 10.1577/T04-176.1
- Godinho AL, Kynard B, Martinez CB. 2007. Supplemental water releases for fisheries restoration in a Brazilian floodplain river: a conceptual model. *River Research and Applications* **23**: 947-962. DOI: 10.1002/rra.1018.
- Godinho HP, Godinho AL, Formagio OS, Torquato VC. 1991. Fish ladder efficiency in a woutheastern Brazilian river. *Ciência e Cultura* **43**(1): 63-67.
- Godoy MP. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do Rio Mogi Guassu. *Revista Brasileira de Biologia* **27**(1): 1-12
- Godoy MP. 1972. Brazilian Tagging experiments, fishes migration, and upper Paraná river basin ecosystem. *Revista Brasileira de Biologia* **32**: 473-484.
- Gomes LC, Agostinho AA. 1997. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology* **4**: 263-274. DOI: 10.1046/j.1365-2400.1997.00119.x.
- Gubiani ÉA, Gomes LC, Agostinho AA, Okada EK. 2007. Persistence of fish population in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. *Ecology of Freshwater Fish* **16**: 191-197. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2006.00211.x.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronic* **4**(1): 1-9.
- IBGE. 2010. *Censo demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível em: http://www.ibge.gov.br/censo2010/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=31. Acesso em: Janeiro de 2011.

- IGAM. 2010. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na sub-bacia do rio Paraopeba em 2009. *Relatório Técnico*, Instituto Mineiro de Gestão das Águas: Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*, Dodge DP (ed). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, Ottawa, Canada.
- Margalef R. 1984. Typology of reservoirs. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **19**: 1841-1848.
- Moyle PB, Cech Jr. JJ. 1996. *Fishes: an introduction to ichthyology*. Printice Hall : New Jersey.
- Northcote TG. 1984. Mechanisms of fish migration in rivers. In *Mechanisms of migration in fishes*, Mc-Cleave JD, Arnold GP, Dodson JJ, Neill WH (eds.). Plenum Press: New York and London; 317-355.
- Oldani NO, Iwaszkiw JM, Padín OH, Otaegui A. 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el Alto Paraná (Corrientes, Argentina). *Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay: Serie Técnico-Científica* **1**:43–55.
- Pavlov DS, Lupandin AI, Kostin VV. 2002. *Downstream migration of fish through dams of hydroelectric power plants*. Russian Academy of Science: Moscow.
- Pelicice FM, Agostinho AA. 2008. Fish-Passage Facilities as Ecological Traps in Large Neotropical Rivers. *Conservation Biology* **22**(1): 180-188. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2007.00849.x
- Pelicice FM, Akama A, Oliveira RJ, Silva DS. 2009. Padrões espaciais e temporais na distribuição da ictiofauna, antes e após a formação do reservatório de Peixe Angical. In *Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna*, Agostinho CS, Pelicice FM, Marques EE (org.). RiMa: São Carlos, São Paulo; 29-39.
- Pellegrin LA. 2001. Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas ao mapeamento do uso do solo: a bacia do rio Pará como exemplo. *Dissertação de Mestrado*. Programa de pós graduação em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da PUC Minas: Belo Horizonte, Minas Gerais.

- Petry AC, Agostinho AA, Gomes LC. 2003. Spatial variation of the fish assemblage structure from the upper Rio Paraná floodplain, Brazil, in a dry year. *Acta Limnologica Brasiliensia* **15**(1): 1-13.
- Pompeu PS, Martinez CB. 2006. Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, Leste brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**(2): 340-349. DOI: 10.1590/S0101-81752006000200005.
- Resende EK. 2003. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin, excluding the Upper Paraná Basin. In *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*, Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds.). World Fisheries Trust: Victoria, BC, Canada; 99-155.
- Ribeiro MCLB, Petrere Jr. M, Juras AF. 1995. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins river basin, Brazil. *Regulated Rivers: Research and Management* **5**: 195-215. DOI: 10.1002/rrr.3450110308.
- Sanches PV, Nakatani K, Bialecki A, Baumgartner G, Gomes LC, Luiz EA. 2006. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications* **22**: 555-565. DOI: 10.1002/rra.992.
- Sato Y, Godinho HP. 2003. Migratory fishes of the São Francisco river. In *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*, Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds.). World Fisheries Trust: Victoria, BC, Canada; 195-232.
- Sato Y, Bazzoli N, Rizzo E, Boschi MB, Miranda MOT. 2005. Influence of the Abaeté River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream of the Três Marias Dam, Southeastern Brazil. *Rivers Research and Applications* **21**(8): 939-950. DOI: 10.1002/rra.859.
- Silva LGM. 2004. Migração de madis-amarelos *Pimelodus maculatus* e curimbas *Prochilodus lineatus* no rio Grande, bacia do Alto Paraná. *Dissertação de mestrado*. Programa de pós graduação em Zoologia de Vertebrados da PUC Minas: Belo Horizonte, Minas Gerais.
- StatSoft Inc. 2004. *STATISTICA: data analysis software system*, version 7. www.statsoft.com.

- Tundisi JG, Matsumura-Tundisi T, Calijuri MC. 1993. Limnology and management of reservoirs in Brazil. In *Comparative reservoir limnology and water quality management*, Straskraba M, Tundisi JG, Duncan A (eds.). Kluwer Academic: Dordrecht, The Netherlands; 25-55.
- Vazzoler AEAM. 1996. *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM: Maringá, Paraná.
- Vazzoler AEAM, Suzuki HI, Marques EE, Lizama MLAP. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*, Vazzoler AEAM, Agostinho AA, Hahn NS (eds.). EDUEM: Maringá, Paraná; 249-265.
- Vono V, Silva LGM, Maia BP, Godinho HP. 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes: *Pimelodus maculatus* Lacèpède (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* **19**(3): 819-825. DOI: 10.1590/S0101-81752002000300020.
- Welcomme RL. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman: London, UK.
- Zaniboni Filho E. 2003. Migratory fishes of the Uruguay River. In *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*, Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds.). World Fisheries Trust: Victoria, BC, Canada; 157-198.