

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA

Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um
Piscívoro Neotropical

TOLEDO/PR

2010

PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA

**Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um
Piscívoro Neotropical**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Toledo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Baumgartner

TOLEDO/PR

2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/*Campus* de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

S586e	<p>Silva, Pedro Rogério Leandro da</p> <p>Efeitos de reservatórios em cascata sobre a biologia reprodutiva de um piscívoro neotropical / Pedro Rogério Leandro da Silva. -- Toledo, PR : [s. n.], 2010.</p> <p>50 f.</p> <p>Orientador: Dr. Gilmar Baumgartner</p> <p>Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.</p> <p>1. Ictiofauna – Estrutura trófica – Reservatório em cascata – Iguaçu, Rio, bacia – Paraná (Estado) – Brasil 2. Peixes, Assembleia de – Gradiente espacial – Reservatórios em cascata – Iguaçu, Rio, bacia – Paraná (Estado) - Brasil 3. Peixes piscívoras de água doce – Reprodução – Reservatórios em cascata – Iguaçu, Rio, bacia – Paraná (Estado) - Brasil 4. Mandi-pintado (<i>Pimelodus britskii</i>) – Reprodução I. Baumgartner, Gilmar, Or. II. T.</p> <p>CDD 20. ed. 597.09298162 597.52 639.313</p>
-------	--

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA

Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Toledo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, analisada pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(Presidente)

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Membro (2)

Profa. Dra. Harumi Irene Suzuki

Universidade Estadual de Maringá
Membro (3)

Aprovada em: 25 de outubro de 2010.

Local de defesa: Auditório do GERPEL/UNIOESTE, *campus* Toledo.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Pedro e Yukiko**

A vocês, que me deram a vida e
me ensinaram a vivê-la com
dignidade.

Muitíssimo obrigado!!!

Amo vocês

AGRADECIMENTO(S)

Ao professor orientador Dr. Gilmar Baumgartner, pela orientação, dedicação, confiança e apoio em mais um trabalho, e principalmente pela amizade e valorosa contribuição na minha vida.

Aos membros da banca Profa. Dra. Harumi Irene Suzuki e Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana, pela leitura crítica e valiosas sugestões.

Ao professor e amigo Dr. Éder André Gubiani, pelas valiosas sugestões de análises e diversas discussões sobre o trabalho.

Ao professor e amigo Dr. Dirceu Baumgartner, pelas valiosas sugestões de escrita e discussões sobre o trabalho.

Em especial a MSc. Tatiane Mary Gogola, pelas discussões sobre o tema, leitura crítica e valiosas sugestões no trabalho.

Aos estimados amigos Vitor André Frana (Engenheiro de Pesca), Anderson Luis Maciel (Biólogo) e Vanessa Salete Daga (Bióloga) pela amizade e pela troca permanente e generosa de opiniões, reflexões e experiências.

Ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL), pela oportunidade oferecida e apoio logístico.

À Tractebel Energia (TRACTEBEL) e Companhia Paranaense de Energia (COPEL) pela disponibilização dos dados e informações sobre os reservatórios do rio Iguaçu.

Aos amigos que guardo no coração, minha imensa gratidão pela amizade, pelo carinho e pelos momentos divertidos.

Aos estagiários do Gerpel que fazem parte dos projetos, pois sem eles este trabalho não poderia ser executado.

As pessoas que em algum momento auxiliaram na execução deste trabalho.

À minha família pelo apoio e incentivo.

À todos, o meu muito obrigado!



"No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz."

Ayrton Senna

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática dos cinco grandes reservatórios hidrelétricos em cascata no rio Iguaçu.

Figura 2 - Exemplares de *P. britskii* capturados na bacia hidrográfica do rio Iguaçu.

Figura 3 - Valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) da captura em número de indivíduos por unidade de esforço de *P. britskii* nas diversas redes utilizadas nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Figura 4 - Distribuição espacial das frequências de ocorrência (percentuais) (fêmeas e machos) (A) e valor médio do “rank” de qui-quadrado (χ^2) (retângulo) e erro padrão (barras) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. Letras diferentes no gráfico B representam diferenças espaciais significativas (teste de Tukey; $p < 0,05$). FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Figura 5 - Relação entre peso e comprimento padrão de *P. britskii* capturados nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu.

Figura 6 - Valor médio da variação do fator de condição gonadal (ΔK) (A) e valor médio de “rank” (quadrado) e erro padrão (barras) (B) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. Letras diferentes no gráfico B representam diferenças espaciais significativas (teste de Tukey; $p < 0,05$). FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Figura 7 - Valor médio da relação gonadossomática (RGS) de *P. britskii* para o conjunto de fêmeas em todos os estádios de desenvolvimento gonadal (A) e valor médio (quadrado) e erro padrão (barras) para fêmeas com gônadas em estágio de “reprodução” (B) nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Figura 8 - Valor médio do índice de atividade reprodutiva (IAR) (A) e valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) (B) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações sintéticas dos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. Fonte: IAP (2009) e COPEL (2009).

Tabela 2 - Classificação da atividade reprodutiva através dos valores do índice de atividade reprodutiva de peixes.

Tabela 3 - Frequência de ocorrência, valores de qui-quadrado e proporção sexual (fêmeas e machos) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu.

Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical

RESUMO

As informações sobre os eventos do ciclo de vida das espécies de peixes são as mais utilizadas para as medidas de manejo, deste modo, este trabalho pretende determinar em que condições *Pimelodus britskii* está se reproduzindo na sequência de reservatórios do rio Iguaçu. Assim, a hipótese a ser testada aqui é: a biologia reprodutiva dessa espécie não está sendo influenciada pelos reservatórios sequenciais? Os dados analisados foram obtidos entre 2004 e 2008 (coletas trimestrais), em cinco reservatórios sequenciais do rio Iguaçu (Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias), nos estudos ambientais das empresas Tractebel Energia através do Projeto “Estudos ictiológicos e monitoramento da qualidade da água dos reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório - rio Iguaçu/PR” (Salto Santiago e Salto Osório) e Companhia Paranaense de Energia, através do projeto “Análise biológica de peixes” (Foz do Areia, Segredo e Caxias). As amostragens foram realizadas com redes de espera simples e tresmalho (feiticeiras), que ficaram expostas por 24 horas em três estratos (margem, superfície e fundo). Para identificar as diferenças significativas entre os reservatórios, os valores médios e medianos da captura por unidade de esforço (CPUE), proporção sexual (χ^2), fator de condição gonadal (ΔK), relação gonadossomática (RGS) e índice de atividade reprodutiva (IAR), foram testados através da análise de variância de efeitos principais, sendo controlada a variabilidade temporal por meio de blocos. Os resultados da CPUE mostraram maior captura nos reservatórios de Caxias e Salto Santiago (23,5 e 21,2 indivíduos*1.000m² de rede*dia⁻¹, respectivamente), não apresentando diferença significativa entre os reservatórios. Considerando a proporção sexual geral, não houve diferença significativa ($\chi^2=1,70$; 1:1), porém diferença significativa foi registrada entre os reservatórios de Segredo e Salto Santiago. A relação peso-comprimento ajustada assumiu o modelo $Wc=0,0043Ls^{3,2106}$ ($R^2=0,9813$) indicando que os valores de ΔK aumentam com o crescimento (alométrico positivo). Os valores médios para o fator de condição gonadal sugeriram maior relação peso/comprimento dos indivíduos de Salto Osório (0,000251) e menores em Caxias (0,00005), apontando diferença significativa entre Caxias e os demais reservatórios, exceto Segredo. A RGS para as fêmeas em reprodução indicou que não houve diferença significativa entre os reservatórios. O IAR foi classificado de incipiente a intenso entre Foz do Areia (3,97) e Salto Osório (11,02), indicando diferença significativa entre as medianas, no entanto, não apresentou quais reservatórios diferiram entre si. Assim, a biologia reprodutiva de *P. britskii* ao longo do gradiente da cascata não está sendo influenciada devido às condições ambientais do reservatório de Salto Santiago, entretanto, após esse reservatório os resultados apontam tendência de influência.

Palavras-Chave: sistema em cascata, rio Iguaçu, reprodução de peixes, *Pimelodus*, gradiente longitudinal.

Effects of Cascade of Reservoir on the Reproductive Biology of a Neotropical Piscivorous

ABSTRACT

Information about the events of life cycle of fish species are the most used for management measures, thus, this study seeks to determine under what conditions *Pimelodus britskii* is reproducing in the reservoir cascade of the Iguaçu river. Thus, the hypothesis being tested here is: the reproductive biology of this species is not influenced by the sequential of reservoirs? Data were collected between 2004 and 2008 (sampled quarterly) in five sequential reservoirs of the Iguaçu river (Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osorio and Salto Caxias) through in the environmental studies of companies Tractebel Energia through the project “Ichthyological studies and water quality monitoring of Salto Santiago and Salto Osório reservoirs - Iguaçu river/PR” (Salto Santiago, Salto Osorio) and Companhia Paranaense de Energia through the project “Biological Analysis of fishes” (Foz do Areia, Segredo and Caxias). Samples were collected with gillnets and trammel nets (witches) that were exposed for 24 hours in three strata (margin, surface and bottom). To identify significant differences between the reservoirs, the mean and median values of catch per unit effort (CPUE), sex ratio (χ^2), gonad condition (ΔK), gonadosomatic relationship (RGS) and index of reproductive activity (IRA) were tested by main effect variance analysis, being controlled the temporal variability through blocks. The results of CPUE showed higher catch in Salto Santiago and Caxias reservoirs (23.5 and 21.2 individuals $1.000\text{m}^2 \cdot \text{net} \cdot \text{day}^{-1}$, respectively), without significant difference between the reservoirs. General sex ratio showed no significant difference ($\chi^2=1.70$; 1:1), but significant differences were recorded between Segredo and Salto Santiago reservoirs. The length-weight relationship fitted the model $W_c=0.0043L_s^{3, 2106}$ ($R^2=0.9813$) indicating that the values of ΔK increases with growth (allometric positive). The average values for gonad condition factor suggested greater weight/length relationship for the individuals of Salto Osorio (0.000251) and lower at Caxias (0.00005), indicating a significant difference between Caxias and the other reservoirs, except Segredo. The RGS for female in reproduction showed no significant difference between the reservoirs. The IRA was classified as incipient to intense between Foz do Areia (3.97) and Salto Osorio (11.02), indicating differences between the medians, however, showed no reservoirs which differ among themselves. Thus, the reproductive biology of *P. britskii* along the gradient of the cascade is not being affected due to environmental conditions of the Salto Santiago reservoir, however, after this place the results indicate trend of influence.

Keywords: cascade system, Iguaçu river, fish breeding, *Pimelodus*, longitudinal gradient.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
Área de estudo.....	3
Caracterização da espécie	6
Amostragem em campo	7
Análises dos exemplares.....	9
Análises de dados	10
Captura por Unidade de Esforço (CPUE)	10
Proporção sexual.....	10
Fator de condição gonadal (ΔK).....	10
Relação gonadossomática (RGS)	11
Índice de atividade reprodutiva (IAR).....	12
Análises estatísticas.....	13
3. RESULTADOS	13
Captura por Unidade de Esforço (CPUE).....	13
Proporção sexual	14
Fator de condição gonadal (ΔK)	15
Relação gonadossomática (RGS).....	16
Índice de atividade reprodutiva (IAR).....	17
4. DISCUSSÃO	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25

6. REFERÊNCIAS.....	26
ANEXO	32

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Brazilian Journal of Biology* (Anexo). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1519-6984&lng=en&nrm=iso*

1. INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos os reservatórios foram construídos com a finalidade de controle de cheias, irrigação e suprimento de água para o abastecimento doméstico, apresentando marcante expansão a partir do final do século XIX, decorrente do grande desenvolvimento tecnológico, urbano e industrial. No Brasil, inicialmente, os represamentos tinham objetivos mais restritos, sendo destinados ao abastecimento de água e a irrigação, os quais em sua maioria eram reservatórios pequenos localizados na região nordeste, sendo que posteriormente, passaram a ser construídos com a finalidade de produção de energia elétrica em pequena escala e em caráter suplementar à produção mecânica (Agostinho *et al.*, 2007).

Até a década 40, a construção de reservatórios hidroelétricos aumentou timidamente com a instalação de barragens em diversos rios, principalmente na região sudeste, entretanto, na década seguinte, com incentivos governamentais, houve um aumento exponencial no número (Agostinho *et al.*, 2007), e entre as décadas de 60 e 90 foram construídos os maiores reservatórios brasileiros (Sobradinho, Tucuruí, Balbina, Serra da Mesa, Porto Primavera, Itaipu, Furnas, Ilha Solteira e Três Marias) (Santos e Freitas, 2000).

Devido às condições favoráveis de desnível dos terrenos, várias bacias hidrográficas brasileiras (entre elas a do rio Iguaçu) foram aproveitadas para a construção de reservatórios em sequência. A série de barragens construídas em uma mesma bacia hidrográfica forma o que se conhece como cascata de reservatórios (Takeda *et al.*, 2005), condição que modificou a fisiografia em muitas bacias hidrográficas do país.

No rio Iguaçu, a construção de reservatórios teve início na década de 70, e atualmente existem cinco grandes hidrelétricas (Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias) (Agostinho *et al.*, 2007), com a sexta (Baixo Iguaçu) em fase de avaliação para implantação. Esses reservatórios, construídos em sistema de cascata são geralmente operados como unidades simples, assim, do ponto de vista físico, químico e biológico, cada um pode se comportar como uma unidade com características únicas.

Segundo o Conceito de Contínuo Fluvial (RCC) (Vannote *et al.*, 1980), barragens e grandes represamentos são capazes de perturbar o contínuo ao longo dos rios. Além disso, de acordo com o Conceito de Descontinuidade Serial (SDC) proposto por Ward e Stanford (1983), as barragens causam descontinuidade no plano físico e nas características biológicas, deslocando as previsões do contínuo, dependendo da localização da barragem, do número de barragens em série e do tipo de operação.

Em complementação a esses dois conceitos, Barbosa *et al.* (1999) propuseram o conceito de Contínuo de Reservatórios em Cascata (CRCC), como uma base teórica para os processos ecológicos interligados em sistemas de cascata de reservatórios, sendo que a série apresenta comunidades com organizações diferenciadas, porém interagindo de forma unidirecional de montante para jusante.

Segundo Miranda *et al.* (2008) várias correlações entre as características bióticas e abióticas em reservatórios foram realizadas (por exemplo, Claramunt e Wahl, 2000; Godinho *et al.*, 2000; Carol *et al.*, 2006), porém, normalmente, envolvem uma comparação de vários reservatórios ao longo das bacias sem levar em conta a distribuição espacial ao longo da cascata de uma bacia.

Estudos ao longo de uma bacia hidrográfica foram realizados recentemente, sobretudo na qualidade da água (Barbosa *et al.*, 1999; Abe *et al.*, 2003; Sendacz *et al.*, 2005), nos invertebrados (Sampaio *et al.*, 2002; Callistro *et al.*, 2005; Nogueira *et al.*, 2005; Takeda *et al.*, 2005), e poucos sobre a comunidade de peixes (Chick *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2008).

Na década de 90, Kimmel *et al.* (1990) relatou que a quantidade de informações disponíveis na literatura sobre cascatas de reservatórios era limitada, porque os limnólogos e biólogos especializados em peixes, davam muito mais atenção aos padrões longitudinais dentro de reservatórios, do que entre os reservatórios (cascata).

Na cascata de reservatórios do rio Iguaçu, devido à complexidade do sistema, até 1997 existiam poucos trabalhos sobre a ictiofauna, se restringindo basicamente aos levantamentos ictiofaunísticos (Eletrosul, 1978; Sampaio e Garavello, 1986; Sampaio, 1988; Severi e Cordeiro, 1994) e a descrição de novas espécies e gêneros (Haseman, 1911; Garavello, 1977; Menezes e Géry, 1983; Pinna, 1992; Garavello e Shibatta, 1995). Após esse período, estudos específicos foram desenvolvidos, abordando a ecologia alimentar das espécies de lambaris (Fugi, 1998), a composição específica, abundância e estrutura da ictiofauna do rio dos Padres (bacia do rio Iguaçu) (Bifi *et al.*, 2006), o gradiente longitudinal e temporal na distribuição de peixes (Reimann, 2007), além da análise detalhada da área de influência do Reservatório de Segredo, realizada por Agostinho e Gomes (1997).

Entretanto, os conhecimentos disponíveis sobre os aspectos reprodutivos das espécies de peixes são bastante restritos. Para Vazzoler (1996), as informações sobre os eventos do ciclo de vida das espécies são as mais utilizadas para as medidas de manejo, sendo a base na qual a seleção natural atua e, em grande parte, responsáveis pela distribuição e abundância das espécies. Essas informações representam ainda, um dos aspectos mais importantes da biologia

de uma espécie, visto que de seu sucesso dependem o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis.

Informações acerca da reprodução de peixes podem ser obtidas analisando-se suas gônadas, principalmente os ovários. A partir da determinação dos estádios de desenvolvimento gonadal é possível estabelecer a época e local de reprodução, e separar adultos e jovens para estimar o tamanho de primeira maturação (Vazzoler, 1996).

Estudos sobre a biologia reprodutiva das espécies no rio Iguaçu são poucos, podendo ser citado o de Paula-Souza (1978), Suzuki (1999) e recentemente Silva (em prep.). Entre as espécies encontradas nessa bacia, podemos destacar *Pimelodus britskii*, um pimelodideo endêmico, com dominância em número de indivíduos (Bini *et al.*, 1997). Estudos relacionados à reprodução dessa espécie estão citados em Suzuki e Agostinho (1997) e Suzuki (1999), enquanto que em outros aspectos biológicos, os trabalhos de Maciel (em prep.) que analisou a alimentação dessa espécie ao longo da cascata de reservatórios do rio Iguaçu e Almeida (2010) que analisou as relações corporais, composição centesimal e rendimento de file, também são encontrados.

Assim, como forma de auxiliar o gerenciamento e a mitigação dos impactos sobre a população desta espécie, este trabalho pretende determinar em que condições ambientais o *P. britskii* está se reproduzindo ao longo da conectividade longitudinal dos reservatórios em cascata do rio Iguaçu. Desse modo, a hipótese a ser testada aqui é: a biologia reprodutiva dessa espécie não está sendo influenciada pelos reservatórios sequenciais? Especificamente, pretende-se: i) determinar a captura por unidade de esforço (CPUE); ii) determinar a proporção sexual entre machos e fêmeas; iii) estimar a variação do fator de condição gonadal (ΔK) (fêmeas); iv) estabelecer a relação gonadossomática (RGS) (fêmeas); e v) avaliar a intensidade reprodutiva (IAR) (fêmeas), de acordo com o gradiente longitudinal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Iguaçu nasce próximo a serra do mar, a partir da junção dos rios Iraí e Atuba, na região metropolitana de Curitiba/PR. Seus formadores com origem em altitudes acima de 1.000 m constituem o rio Iguaçu na cota 908 m, de onde percorre 1.060 km, no sentido leste-oeste recebendo águas de diversos tributários até atingir a altitude de 78 m e desaguar no rio Paraná, próximo à cidade de Foz do Iguaçu (Paiva, 1982). Dos rios paranaenses, é o de maior bacia hidrográfica, abrangendo uma área de aproximadamente 72.000 km², da qual 79,0%

pertencem ao estado do Paraná, 19,0% ao estado de Santa Catarina e 2,0% a Argentina (Eletrosul, 1978).

Este rio apresentava originalmente corredeiras em grande parte de seu percurso, sendo apenas navegável em um trecho de 239 km, entre Porto Amazonas e União da Vitória. Segundo o Plano Diretor do Reservatório e Entorno da UHE Segredo (CEHPAR, 2002), condicionada por fatores climáticos, geológicos e pedológicos, a vegetação natural do entorno do rio Iguaçu apresentava as formações dominantes de mata de várzea, no primeiro planalto; Floresta de Araucária, no segundo e Floresta Estacional Semidecidual (perobais), no terceiro planalto. Dessas, a única que ainda apresenta características completamente originais é a Floresta Estacional Semidecidual, preservada no Parque Nacional do Iguaçu.

O elevado desnível da bacia hidrográfica do rio Iguaçu, no terceiro planalto, se constituiu num grande atrativo para o aproveitamento hidrelétrico, sendo que a partir de 1975, se iniciou a alteração drástica do regime hídrico, com a instalação da primeira usina hidrelétrica (UHE) de grande porte, de uma série de cinco, cujos reservatórios ocupam cerca de 41,0% de toda a sua extensão. As UHEs de Salto Osório (1975 - 1.050 MW), Salto Santiago (1979 - 1.332 MW), Foz do Areia (1980 - 1.676 MW), Segredo (1992 - 1.260 MW) e Salto Caxias (1998 - 1.240 MW) transformaram o trecho das grandes corredeiras do Iguaçu, em uma sucessão de grandes lagos que somam 655 km² de área alagada (Figura 1) (Barão, 2007).

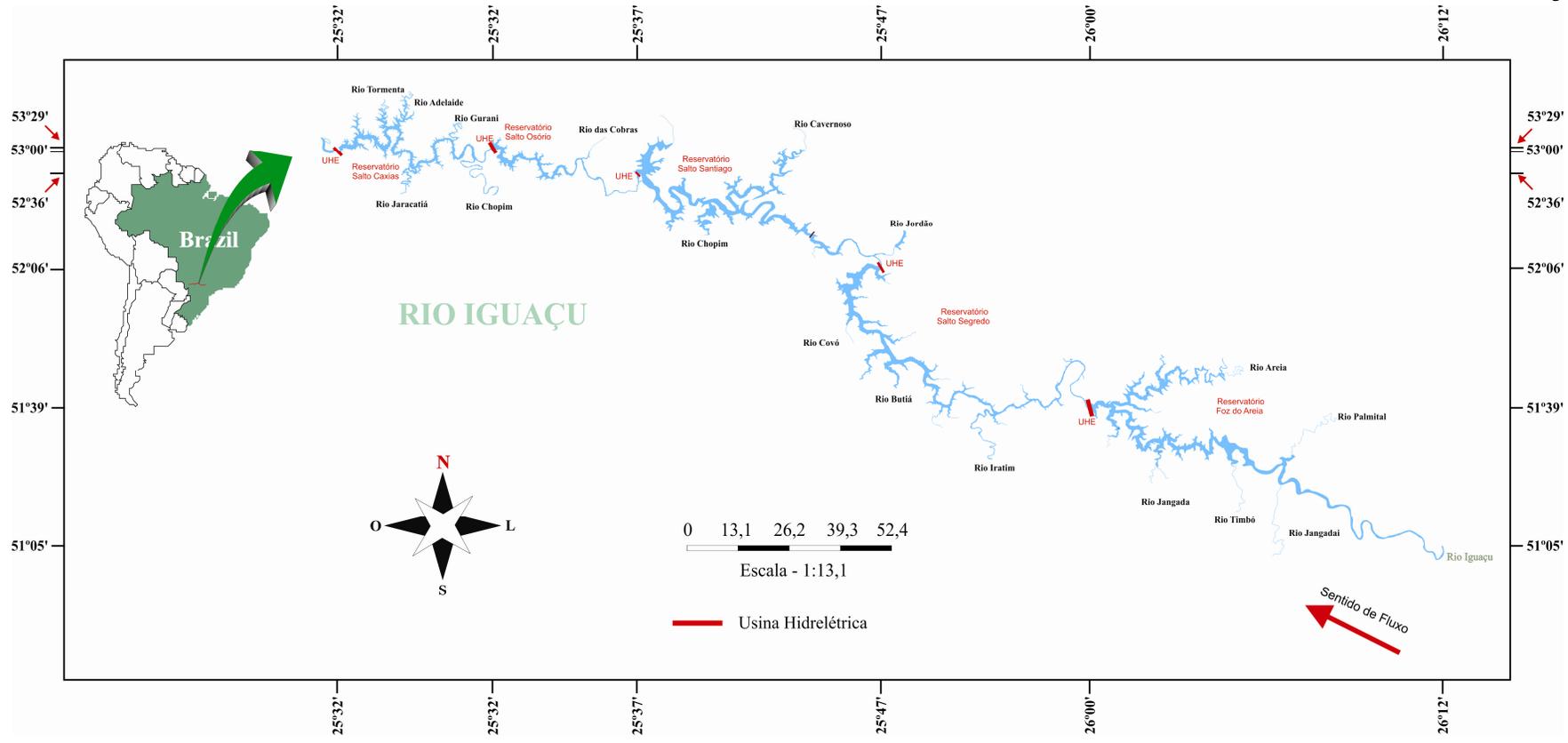


Figura 1 - Representação esquemática dos cinco grandes reservatórios hidrelétricos em cascata no rio Iguazu.

Algumas características relacionadas às barragens, reservatórios e operação das cinco usinas hidrelétricas são descritas abaixo (ver Tabela 1):

Tabela 1 - Informações sintéticas dos cinco reservatórios em cascata no rio Iguazu. Fonte: IAP (2009) e COPEL (2009).

Ficha técnica	COPEL		TRACTEBEL ENERGIA		COPEL
	Foz do Areia (FOA)	Segredo (SEG)	Salto Santiago (SS)	Salto Osório (SO)	Salto Caxias (CAX)
Operação	1980	1992	1979	1975	1998
Área bacia hidrográfica (km²)	29.800	34.100	43.330	45.800	57.000
Área do reservatório (km²)	139	82,5	208	55	141
Nível máximo normal (cota) (m)	744	607	506	397	325
Profundidade média (m)	41,6	36,6	35,0	25,5	25,3
Tempo de residência (dias)	102	47	51	16	31
Classificação (ONS)	Regulação	Fio d'água	Regulação	Fio d'água	Fio d'água
Extensão (km)	± 80	± 70	± 80	± 70	± 80
Deplecionamento (m)	Até 20	Até 5	Até 25	Até 2,5	Até 2,0
Classificação IQAR	III	III	II	II	II
Altura da Barragem (m)	160	145	80	56	67
Comprimento da Barragem (m)	828	700	1.400	750	1.083

Caracterização da espécie

Entre as espécies listadas no rio Iguazu, encontramos dois pimelodídeos: *P. ortmanni* Haseman (1991) e *P. britskii* Garavello e Shibatta (2007). Os *P. britskii* conhecidos vulgarmente como “mandi ou pintadinho” são estritamente de água doce e dominantes em números de indivíduos na ictiofauna da bacia do rio Iguazu, suas características mais específicas são semelhantes a de outras espécies do gênero, principalmente *P. maculatus* Lacèpède (1803), o que pode indicar padrões de táticas reprodutivas parecidas nesse grupo, e que possivelmente estejam envolvidas no sucesso dos mandis em ocupar os mais diversos habitats.

Garavello e Shibatta (2007) relatam que essa espécie é endêmica do rio Iguazu, e apresenta olho em posição súpero-lateral, focinho relativamente largo, boca sub-inferior, corpo relativamente alto e manchas pretas que cobrem todo o corpo (Figura 2).



Figura 2 - Exemplos de *P. britskii* capturados na bacia hidrográfica do rio Iguçu.

Amostragem em campo

Os dados analisados foram obtidos entre 2004 e 2008 (coletas trimestrais), e fornecidos pelas empresas Tractebel Energia (UHEs Salto Santiago e Salto Osório) através do Projeto “Estudos ictiológicos e monitoramento da qualidade da água dos reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório - rio Iguçu/PR” e Companhia Paranaense de Energia (UHEs Foz do Areia, Salto Segredo e Salto Caxias) através do projeto “Análise biológica de peixes”.

As capturas realizadas com auxílio de aparelhos de pesca são uma função da abundância populacional e do esforço de pesca, aplicado para capturar os indivíduos. Este conceito é

conhecido como captura por unidade de esforço, ou CPUE, que é uma medida capaz de avaliar as modificações sofridas por uma população submetida à pesca ou alterações ambientais, sendo um indicador muito preciso da abundância da população do que apenas as capturas.

Para tal, as amostragens foram realizadas com auxílio de redes de espera simples com malhas de 2,4 a 16 cm, redes de espera tresmalho (feiticeiras) de 6 a 8 cm de entre nós não adjacentes, instaladas em três estratos (margem, superfície e fundo), ficando expostas por 24 horas e revistadas às 8, 16 e 22 horas (Figura 3).



Figura 3 - Redes de esperas utilizadas para a captura de exemplares de *P. britskii* em três estratos (margem, superfície e fundo), nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguçu.

Os peixes capturados foram anestesiados com hidrocloreto de benzocaína, segundo a Resolução N° 714/CFMV, de 20 de Julho de 2002, que dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais (CFMV, 2002). Após este procedimento, os exemplares capturados nos reservatórios de Foz do Areia, Segredo e Caxias foram fixados em solução de formol comercial 40,0% diluído a 10,0%, sendo etiquetados quanto ao local, turno e mês de coleta, e armazenados em tambores de polietileno para análise posterior. Os exemplares de Salto Santiago e Osório, após a eutanásia, foram transportados para o laboratório “*in natura*” em caixas térmicas com gelo, sendo os indivíduos também acondicionados em sacos plásticos etiquetados. As diferenças de peso entre os exemplares fixados e não fixados foram corrigidas, embora a tendência espacial não tenha sido prejudicada pelas metodologias diferenciadas.

Análises dos exemplares

Para análise em laboratório os peixes obtidos nos reservatórios da Copel foram lavados em água corrente e conservados em álcool 70,0%. Alguns dias antes das análises esses peixes passaram por uma nova lavagem em água corrente para a retirada e volatilização do álcool. Os exemplares obtidos nos reservatórios da Tractebel Energia foram analisados “*in situ*”, ou seja, no laboratório de campo localizado na Usina Hidrelétrica de Salto Santiago.

Após a identificação, segundo Garavello e Shibatta (2007), de cada exemplar foram obtidos dados sobre: comprimento total (L_t), comprimento padrão (L_s), peso total (W_t), peso das gônadas (W_g), sexo e estádios de maturidade gonadal, além da data e local de coleta. A identificação do sexo e estádios de maturidade foi realizada através da inspeção macroscópica das gônadas conforme proposta de Vazzoler (1996), sendo que a definição foi em função do tamanho, forma, coloração, possibilidade de visualização dos ovócitos (no caso dos ovários), posição na cavidade abdominal, grau de turgidez e ocorrência de regiões hemorrágicas, sendo atribuída a seguinte escala: imaturo ou jovem (imt), maturação (mat), reprodução (rpd), esgotado (esg) e repouso (rep).

Análises de dados

Captura por unidade de esforço (CPUE)

Para o cálculo de CPUE foram utilizadas redes de espera simples de malhas 2,4 a 16 cm e tresmalho 6, 7 e 8 cm de entre nós não adjacentes, em três estratos (margem, superfície e fundo), que ficaram expostas por 24 horas. As capturas em número de indivíduos por unidade de esforço foram padronizadas para indivíduos*1000 m² de rede/dia, e os resultados apresentados por reservatório.

Proporção sexual

Para testar se houve diferença significativa na proporção sexual entre machos e fêmeas, foi utilizado o teste do Qui-quadrado (χ^2), com o intuito de averiguar se um conjunto de frequências observadas é igual ou não ao que se esperava observar teoricamente (proporção sexual de 1:1) (Vazzoler, 1996; Mendes, 1999). Sendo que para g.l.=1, valores de $\chi^2 > 3,84$ foram considerados como significativamente diferentes ($p < 0,05$). Para a determinação dos valores foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\chi^2 = \left(\frac{\left(O - \left(\frac{E}{2} \right) \right)^2}{\left(\frac{E}{2} \right)} \right) \times 2$$

sendo:

O = Número total de machos ou fêmeas;

E = Somatório de machos e fêmeas;

Fator de condição gonadal (ΔK)

O fator de condição gonadal (fêmeas), que indica o grau de hígidez ou bem estar do peixe, reflete as condições nutricionais recentes e/ou o gasto de reservas em atividades cíclicas. A estimativa desse fator seguiu a metodologia proposta por Vazzoler (1996) e discutida por Lima-Junior *et al.* (2002) através do cálculo do fator de condição total (K) e fator de condição somático (K'), sendo expressos os valores da variação do fator de condição gonadal (ΔK), segundo as fórmulas:

$$W_c = W_t - W_g$$

$$K = W_t / L_t^b$$

$$K' = W_c / L_t^b$$

$$\Delta K = K - K'$$

sendo:

W_t = peso total do indivíduo;

W_c = peso do corpo;

W_g = peso dos ovários;

L_s = comprimento padrão;

b = coeficiente da regressão entre W_t/L_t

Relação gonadossomática (RGS)

A relação gonadossomática é utilizada para calcular o esforço reprodutivo em peixes (Miller, 1984; Gunderson, 1997) ou como um método descritivo do tamanho da gônada (Wootton, 1990). De acordo com Miller (1984), diferenças na RGS e na frequência de desova podem levar a consideráveis desigualdades na quantidade e intensidade de esforço reprodutivo, devido aos vários tipos de desova das espécies.

Para determinar os valores quantitativos dos estádios de maturação gonadal (fêmeas), foi utilizada a relação gonadossomática (RGS), considerando as frequências de indivíduos nos diferentes estádios de maturação gonadal, conforme metodologia proposta por Vazzoler (1996):

$$W_c = W_t - W_o$$

$$RGS = \frac{W_o}{W_c} * 100$$

sendo:

W_o = peso dos ovários;

W_c = peso do corpo;

W_t = peso total do indivíduo.

Índice de atividade reprodutiva (IAR)

O IAR foi proposto por Agostinho *et al.* (1991) como método para quantificar a energia canalizada ao processo de desenvolvimento gonadal, e que associado às porcentagens de indivíduos com gônadas maduras, se constitui num indicador quantitativo do grau de desenvolvimento dos ovários, detectando os casos de desova iminente.

O índice de atividade reprodutiva (IAR) foi estimado segundo metodologia proposta por Agostinho *et al.* (1991), através da fórmula abaixo e classificado em cinco categorias de intensidade, conforme a tabela 2:

$$\text{IAR} = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) * \frac{\text{RGS}_i}{\text{RGS}_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} * 100$$

sendo:

N_i = número de fêmeas na unidade amostral i ;

n_i = número de fêmeas em reprodução na unidade amostral i ;

N_m = número de fêmeas, da maior unidade amostral;

n_m = número de fêmeas em reprodução na unidade amostral com maior n ;

\ln = logaritmo neperiano;

RGS_i = RGS médio das fêmeas em reprodução na unidade amostral i ;

RGS_e = maior valor individual da RGS de fêmeas.

Tabela 2 - Classificação da atividade reprodutiva através dos valores do índice de atividade reprodutiva de peixes.

Classificação	Valores de IAR
Nula	$\leq 2,0$
Incipiente	$2,0 < \text{IAR} \leq 5,0$
Moderada	$5,0 < \text{IAR} \leq 10,0$
Intensa	$10,0 < \text{IAR} \leq 20,0$
Muito intensa	$\geq 20,0$

Análises estatísticas

Para averiguar se houve diferença significativa entre os reservatórios, os valores médios de CPUE, χ^2 , ΔK , RGS e IAR, foram testados através da análise de variância de efeitos principais, sendo controlada a variabilidade temporal por meio de blocos (trimestre) (ANOVA; Fator bloco: período (mês); Fator local: reservatórios).

Os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade foram avaliados usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando a ANOVA foi significativa, o teste de Tukey foi aplicado para determinar quais as diferenças. Se os pressupostos da ANOVA não foram atingidos, o método de transformação de “rank” foi utilizado. Deste modo, nos dados transformados, foi aplicado o modelo de ANOVA paramétrica, sendo checado o pressuposto novamente (Conover e Iman, 1981), e em seguida aplicado o teste de Tukey.

Quando os pressupostos da ANOVA não foram atingidos com os dados de “rank”, o método similar não-paramétrico (Kruskal-Wallis; Zar, 1999) foi utilizado para testar diferenças entre as medianas (Quinn e Keough, 2002). No caso de diferença significativa, foi aplicado o teste similar não paramétrico (teste de Dunn, 5%; Zar, 1999) que permite verificar quais reservatórios diferem entre si.

3. RESULTADOS

Captura por unidade de esforço (CPUE)

Os resultados da captura por unidade de esforço ao longo da cascata de reservatórios do rio Iguaçu mostraram maior captura nos reservatórios de Caxias e Salto Santiago (23,5 e 21,2 indivíduos*1.000m² de rede*dia⁻¹, respectivamente), entretanto, as análises estatísticas evidenciaram que não houve diferença significativa entre os reservatórios ($H_{(4,N=300)}=8,286687$; $p=0,0816$) (Figura 3).

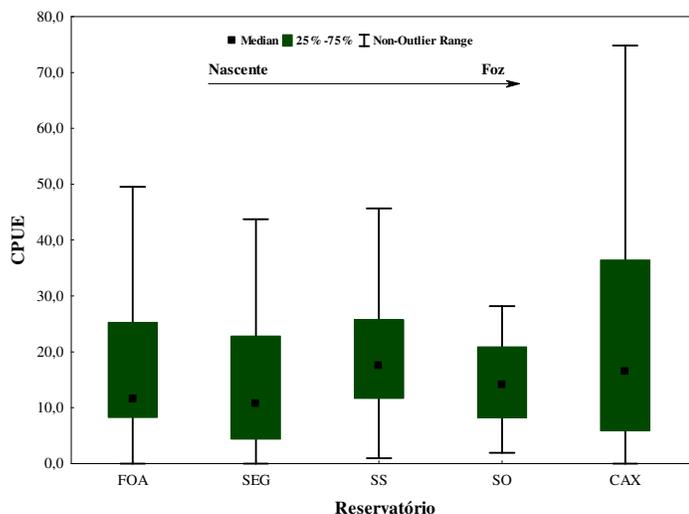


Figura 3 - Valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) da captura em número de indivíduos por unidade de esforço de *P. britskii* nas diversas redes utilizadas nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Proporção sexual

Durante o período foram analisados 11.997 exemplares de mandi (*P. britskii*) (6.070 fêmeas e 5.927 machos), sendo que de modo geral, os valores de qui-quadrado não apresentaram diferenças significativas ($\chi^2=1,70$; 1:1), no entanto houve o predomínio de fêmeas (51,9%) (Tabela 3).

Tabela 3 - Frequência de ocorrência, valores de qui-quadrado e proporção sexual (fêmeas e machos) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguçu.

Nascente	Reservatório	Número			%		χ^2	Proporção (1:1)
		Fêmeas	Machos	Total	Fêmeas	Machos		
	Foz do Areia	1187	1140	2327	51,0	49,0	0,95	1,0
	Salto Segredo	1136	1357	2493	45,6	54,4	19,59*	1,2
	Salto Santiago	1311	707	2018	65,0	35,0	180,78*	0,5
	Salto Osório	985	802	1787	55,1	44,9	18,74*	0,8
	Salto Caxias	1451	1921	3372	43,0	57,0	65,51*	1,4
Foz	Total	6070	5927	11997	51,9	48,1	1,70	1,0

*Significativo a nível de 5%

A análise espacial apresentou diferenças significativas com predomínio de fêmeas nos reservatórios de Salto Santiago ($n=2.018$; $\chi^2=180,70$; 1:0,5) e Salto Osório ($n=1.787$; $\chi^2=18,74$; 1:0,8), e de machos nos reservatórios de Salto Segredo ($n=2.493$; $\chi^2=15,59$; 1:1,2) e Salto Caxias ($n=3.372$; $\chi^2=65,51$; 1:1,3) (Tabela 3 e Figura 4A). A análise de variância de

efeitos principais sobre os valores médios de qui-quadrado apresentou diferença significativa entre os reservatórios de Salto Segredo e Salto Santiago ($F_{(4, 291)}=3,8558$, $p=0,00454$), entretanto, esses não diferiram dos demais (Figura 4B).

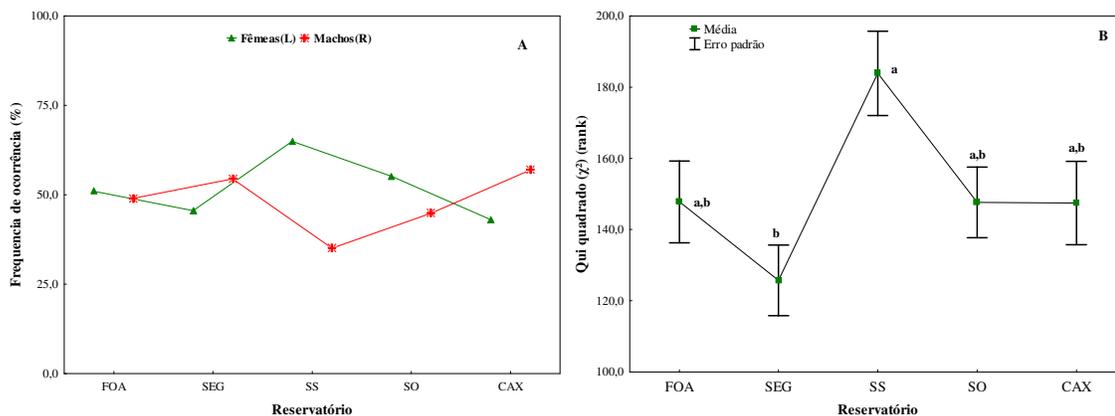


Figura 4 - Distribuição espacial das frequências de ocorrência (percentuais) (fêmeas e machos) (A) e valor médio do “rank” de qui quadrado (χ^2) (retângulo) e erro padrão (barras) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. Letras diferentes no gráfico B representam diferenças espaciais significativas (teste de Tukey; $p<0,05$). FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Fator de condição gonadal (ΔK)

A equação da relação peso-comprimento (fêmeas e machos), ajustada a partir dos dados de 6.023 indivíduos, assumiu o modelo $Wc=0,0043Ls^{3,2106}$ ($R^2=0,9813$), indicando que os valores de K aumentam com o crescimento dos indivíduos (alométrico positivo; $b>3$) (Figura 5).

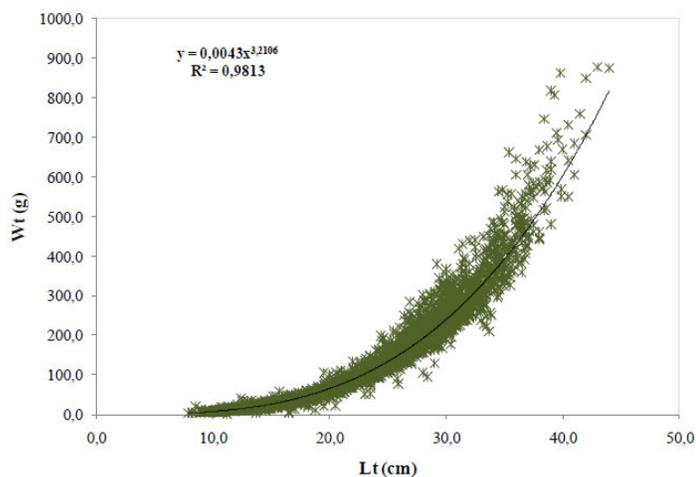


Figura 5 - Relação entre peso e comprimento total de *P. britskii* capturados nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu.

Os valores médios para o fator de condição gonadal de *P. britskii* (fêmeas) ao longo do gradiente espacial sugeriram melhor condição na relação peso/comprimento dos indivíduos no reservatório de Salto Osório (0,000251), enquanto a menor condição foi registrada em Salto Caxias (0,00005) (Figura 6A). A análise de variância de efeitos principais dos valores médios da variação do fator de condição gonadal (ΔK) indicou diferença significativa entre o reservatório de Salto Caxias e os demais reservatórios, exceto Salto Segredo ($F_{(4, 291)}=7,6883$, $p=0,00001$) (Figura 6B).

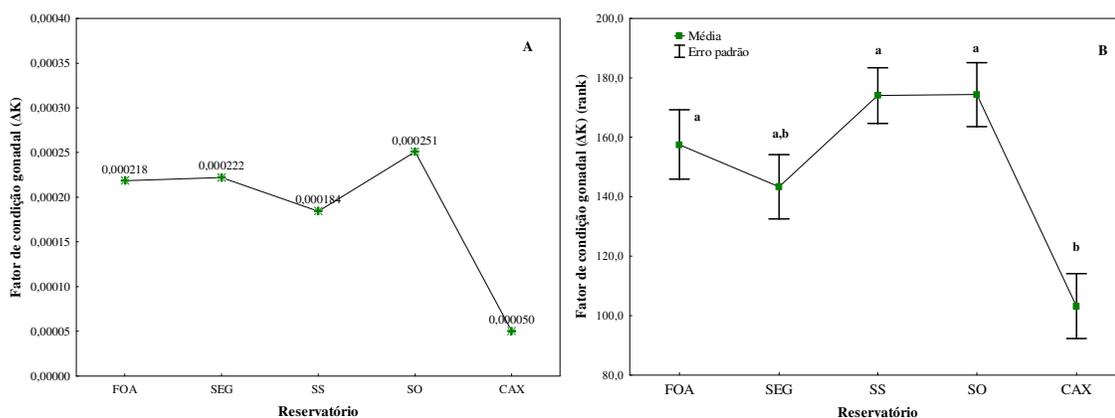


Figura 6 - Valor médio da variação do fator de condição gonadal (ΔK) (A) e valor médio de “rank” (quadrado) e erro padrão (barras) (B) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. Letras diferentes no gráfico B representam diferenças espaciais significativas (teste de Tukey; $p<0,05$). FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Relação gonadossomática (RGS)

A relação gonadossomática (RGS) para *P. britskii* (fêmeas em todos os estádios) apresentou maior valor médio no reservatório de Salto Santiago (4,26) e Salto Osório (4,15) (Figura 7A). Para as fêmeas com gônadas em reprodução foram observados os maiores valores de RGS em Segredo (7,00) e Salto Osório (6,70), indicando maior atividade reprodutiva nesses reservatórios. Entretanto, a análise de variância de efeitos principais entre os valores médios da relação gonadossomática (RGS) indicou que não houve diferença significativa entre os reservatórios ($F_{(4, 148)}=0,30304$, $p=0,87556$) (Figura 7B).

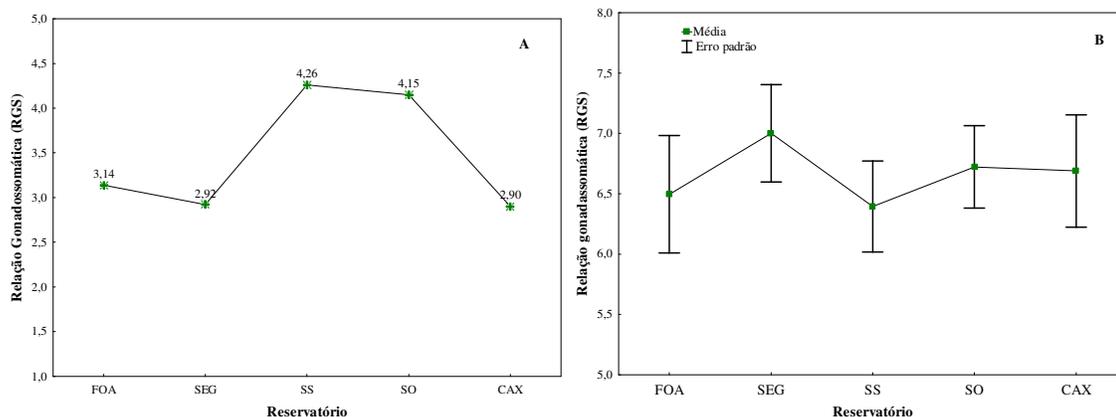


Figura 7 - Valor médio da relação gonadossomática (RGS) de *P. britskii* para o conjunto de fêmeas em todos os estádios de desenvolvimento gonadal (A) e valor médio (quadrado) e erro padrão (barras) para fêmeas com gônadas em reprodução (B) nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

Índice de atividade reprodutiva (IAR)

Em relação ao índice de atividade reprodutiva de *P. britskii*, a classificação foi de incipiente ($2,0 < IAR \leq 5,0$) a intenso ($10,0 < IAR \leq 20,0$). No reservatório de Foz do Areia a atividade reprodutiva foi incipiente (3,97), enquanto que nos reservatórios de Segredo, Salto Santiago e Salto Caxias ela foi moderada (8,83; 8,03 e 5,65; respectivamente), e no reservatório de Salto Osório foi intensa (11,02) (Figura 8A). A análise estatística não-paramétrica Kruskal-Wallis mostrou diferença significativa entre as medianas do índice de atividade reprodutiva (IAR) ($H_{(4, 300)} = 18,8097$, $p = 0,0009$), entretanto, o teste de Dunn (5%) não indicou quais reservatórios diferiram entre si (Figura 8B).

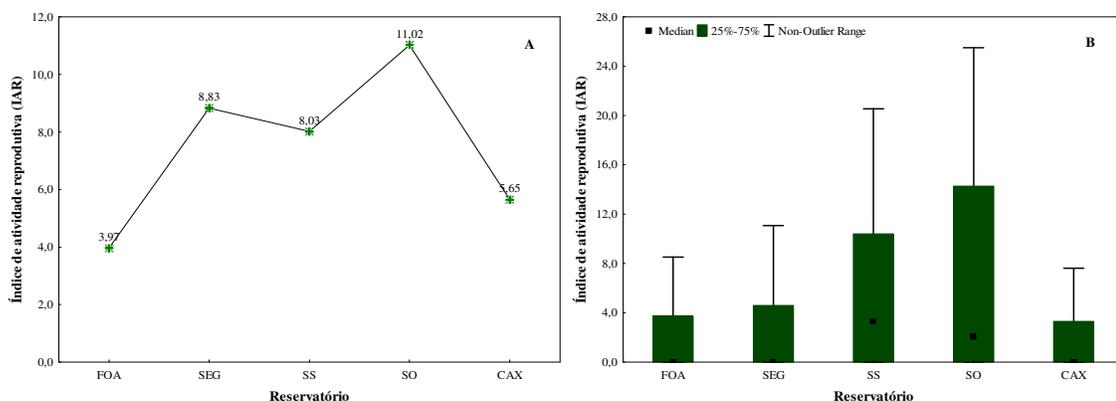


Figura 8 - Valor médio do índice de atividade reprodutiva (IAR) (A) e valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) (B) para *P. britskii* nos cinco reservatórios em cascata no rio Iguaçu. FOA - Foz do Areia; SEG - Segredo; SS - Salto Santiago; SO - Salto Osório; CAX - Salto Caxias.

4. DISCUSSÃO

Captura por Unidade de Esforço (CPUE)

Na cascata de reservatórios do rio Iguaçu, a abundância de indivíduos ao longo da série não apresentou diferença significativa, ou seja, a população encontra-se distribuída de forma uniforme. Entretanto, as maiores capturas nos reservatórios de Salto Santiago e Caxias podem estar relacionadas às características ambientais peculiares de cada um dos reservatórios. Segundo Baumgartner e Frana (comunicação pessoal) em Salto Santiago a maior produtividade está relacionada diretamente as características das margens, oscilação de nível e tamanho do reservatório. Em Caxias, segundo Agostinho (comunicação pessoal) a produtividade está relacionada ao tempo de formação do reservatório, entretanto, este tem uma tendência de diminuição ao longo dos anos.

Proporção Sexual

As diferenças encontradas na proporção sexual de *P. britskii* em Salto Santiago e Osório (predomínio de fêmeas), e Segredo e Caxias (predomínio de machos), e entre Segredo e Salto Santiago, indicam que na cascata do rio Iguaçu, *P. britskii* apresenta comportamento diferente, de acordo com o reservatório considerado. Segundo Nikolsky (1969) a proporção sexual clássica entre peixes é de 1:1, porém, diferenças entre sexos podem variar ao longo do ciclo de vida, em função de eventos sucessivos, sendo que, a taxa de mortalidade e crescimento podem ser fatores que contribuem para as diferenças na proporção sexual (Vazzoler, 1996).

A diferença entre os sexos é um fator importante na reprodução, e a razão sexual nos vários grupos de idade e tamanho em uma população desovante, varia com a espécie, refletindo a relação desta com o ambiente (Nikolsky, 1969). Para Fonteles-Filho (1989) as alterações na estruturação das populações podem estar relacionadas às estratégias reprodutivas da espécie em aproveitar os recursos alimentares disponíveis no ambiente, para o acúmulo de reservas nutricionais, que serão utilizadas no processo de desenvolvimento gonadal, mantendo um processo fisiológico cíclico.

Esses recursos alimentares disponíveis no meio ambiente fazem parte de um sistema complexo de funcionamento dos ecossistemas, e podem ser influenciados de várias formas: i) pelo aporte de nutrientes; ii) “*inputs*” alóctones pela bacia hidrográfica; iii) pelas características físicas e químicas da água do reservatório a montante; iv) pelo tipo de operação

(fio d'água ou regulação); e v) idade dos reservatórios. A associação desses vários fatores do sistema influencia diretamente a produção de alimento ao longo da cascata de reservatórios. Para Loureiro-Crippa *et al.* (2008) nos reservatórios em série do rio Iguaçu a produtividade primária ocorreu na porção intermediária (Salto Santiago e Osório), resultado da retenção de nutrientes nos reservatórios a montante (Foz do Areia e Segredo), condição esta semelhante ao observado por Barbosa *et al.* (1999) na série de reservatórios do rio Tietê.

Dessa forma, o predomínio de fêmeas nos reservatórios de Salto Santiago e Osório seria justificável, pois para Nikolsky (1969) a estrutura em sexo é também uma adaptação ao suprimento alimentar que, quando adequado, favorece o aumento na proporção de fêmeas. Este mesmo autor, estudando rios pobres em alimento observou predomínio de machos, sugerindo que a razão sexual pode ser alterada via metabolismo, pela influência hormonal, determinando alterações na produção de indivíduos de um dos sexos.

Segundo Gubiani *et al.* (2008) o fitoplâncton é o principal produtor primário nos reservatórios da bacia do rio Iguaçu e o aumento desse leva ao acréscimo na biomassa de outros grupos, principalmente o zooplâncton. Loureiro-Crippa *et al.* (2008) observaram que os reservatórios em posições extremas, a montante e jusante na cascata (Segredo e Caxias) apresentam os menores valores de produção primária total, devido as características físicas, químicas e biológicas diferentes dos demais, o que acarreta em uma menor produção de alimentos aos peixes, o que justificaria o predomínio de machos nestes reservatórios.

Outro fator que pode determinar diferenças entre os sexos é o comprimento, pois Basile-Martins *et al.* (1986) estudando *P. maculatus* no rios Jaguari e Piracicaba, sugeriram que, em indivíduos mais velhos, a taxa de mortalidade dos machos aumenta, ocasionando diferenças na proporção sexual em favor das fêmeas.

As estratégias reprodutivas de *Pimelodus* sp. (= *P. britskii*) avaliadas por Suzuki (1999) e relacionadas ao sucesso na colonização do reservatório de Segredo entre 2003 e 2005 mostraram predomínio significativo de fêmeas, diferentemente do registrado neste trabalho. Esta mudança na proporção pode ocorrer entre as populações da mesma espécie, e em períodos diferentes, dentro da mesma população, mas geralmente é uma adaptação que garante o predomínio do sexo feminino quando as condições são muito favoráveis para a produção de ovos como visto anteriormente.

Fator de condição gonadal (ΔK)

Como parte dos estudos sobre potencial reprodutivo, foi utilizada a análise do fator de condição gonadal (ΔK), pois este fornece importantes indicações sobre o estado fisiológico desses animais, a partir do pressuposto de que indivíduos com maior peso em um dado comprimento estão em melhores condições (Braga, 1986; Lima-Junior e Goitein, 2005).

Fatores como peso gonadal e estômago podem afetar as variações das condições gerais de “bem-estar” do peixe, pois estas condições dependem do estágio de desenvolvimento das gônadas, da atividade alimentar e do momento de sua captura (Agostinho *et al.*, 1990). A variação desse índice ao longo do tempo em um determinado local pode ser utilizada como dado adicional ao estudo dos processos de alimentação e reprodução (Braga, 1986; Lima-Junior *et al.*, 2002).

Vários trabalhos demonstram que existe correlação positiva entre o acúmulo de gordura corpórea e a condição de peixes, bem como a estreita relação (tanto direta quanto inversa) entre o desenvolvimento gonadal e a variação sazonal do fator de condição desses animais (Encina e Granado-Lorencio, 1997; Lizama e Ambrósio, 2002; Chellappa *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2004).

Na análise de *P. britskii* nos reservatórios em cascata do rio Iguaçu, os maiores valores das correlações do desenvolvimento gonadal e a condição dos peixes foram registrados nos reservatórios de Salto Santiago e Osório, e os menores em Caxias e Segredo. A variação do fator de condição dos indivíduos, segundo Gurgel *et al.* (1997) pode ocorrer em função dos fatores intrínsecos (reservas orgânicas, desenvolvimento gonadal e tamanho dos exemplares) e extrínsecos (disponibilidade alimentar, temperatura da água, fotoperíodo, entre outros).

Em *P. maculatus* (espécie semelhante à *P. britskii*), Lima-Junior e Goitein (2005) estudando a condição corpórea encontraram os maiores índices após intensa atividade alimentar (fator intrínseco), portanto, consideraram que a variação sazonal não estaria relacionada diretamente ao desenvolvimento gonadal. No entanto, com os resultados desse trabalho não podemos afirmar que tenha ocorrido esta mesma condição, já que não foram realizadas análises sobre a atividade alimentar.

Em relação aos fatores extrínsecos, a disposição em cascata, pode estar influenciando os indivíduos dos reservatórios a jusante, pois Caxias e Segredo não apresentaram diferenças significativas nas análises estatísticas. A localização, o seu tamanho, e características como profundidade, tempo de residência, presença de descarga de material alóctone, quantidade de nutrientes dissolvidos, assim como a presença de afluentes com boas condições hidrológicas e

ecológicas, são determinantes na disponibilização de recursos alimentares e locais de reprodução.

Assim, o menor índice em Segredo quando comparado a Foz do Areia, poderia estar associado à retenção de nutrientes, pois segundo Tundisi *et al.* (1991), o sistema em série poderia funcionar como um quimiostato, retendo parte dos poluentes e diminuindo as concentrações de nitrogênio e fósforo no reservatório a jusante. Essa condição em Foz do Areia, pode ser justificada pelo conceito CRCC (Barbosa *et al.*, 1999), que relata que nos reservatórios localizados no início da série, há maior disponibilidade de nutrientes devido as alterações dos fatores abióticos, o qual consequentemente proporciona maior produção em todos os níveis da cadeia alimentar (Kimmel, 1990), como por exemplo, o desenvolvimento de pequenas espécies forrageiras, que são utilizadas intensamente como recurso alimentar por *P. britskii*.

Aparentemente todo aporte de nutrientes da região Metropolitana de Curitiba e a alta produção fitoplancônica (Gubiani *et al.*, 2008), juntamente com a matéria orgânica, estaria sedimentando em Foz do Areia, portanto, o que estaria indisponibilizando ou reduzindo a quantidade de nutrientes para Segredo, causando reflexos na produtividade dos demais níveis da cadeia. Dessa forma, a oferta e o consumo de peixes forrageiros por *P. britskii* (dieta principal, Delariva *et al.*, 2007) estariam diminuindo, e consequentemente, reduzindo o acúmulo de gordura visceral utilizada para o processo reprodutivo.

Nos demais reservatórios da série houve uma pequena tendência de gradiente longitudinal, com decréscimo do índice de Salto Santiago para Caxias. Segundo Baumgartner (2010), a condição de funcionamento do reservatório de Salto Santiago com oscilações aleatórias no nível, não permite a formação de gradiente longitudinal (montante-barragem), o que retarda o processo de estabilização do reservatório, ou até mesmo impede que esse processo ocorra. Para Agostinho *et al.* (2007) e Baumgartner *et al.* (2008) as flutuações do nível da água afetam principalmente as áreas de reprodução e recrutamento de peixes, sendo que o sucesso reprodutivo pode ocorrer para espécies com maior plasticidade reprodutiva, conduzindo o ambiente à dominância por espécies oportunistas.

Neste caso, o re-enchimento do reservatório de Salto Santiago, principalmente após o crescimento de vegetação marginal, provoca alteração nas características limnológicas, que por sua vez tem implicações relevantes sobre a qualidade da água e ictiofauna, sendo que tais perturbações hidrológicas passam a ser elementos chave para a reorganização das assembleias, principalmente por afetar as áreas de alimentação e reprodução (Agostinho *et al.*, 2007). Entretanto, pelos resultados obtidos nesse estudo, essas oscilações de nível têm

disponibilizado uma maior quantidade de alimento para *P. britskii* já que esta espécie também pode ser piscívora facultativa (Delariva *et al.*, 2007) e oportunista. Dessa forma, a população tem encontrado as condições mínimas necessárias de alimento e áreas de reprodução para iniciar os processos de desenvolvimento gonadal em Salto Santiago.

Em Salto Osório existe a influência direta do reservatório de Salto Santiago sobre os componentes bióticos e abióticos, devido à liberação de águas oligotrofizadas, o que afeta principalmente a zona fluvial, a qual apresenta alta transparência da água, baixa condutividade elétrica, produtividade primária, riqueza, abundância e equitabilidade da ictiofauna (Baumgartner, 2010). No entanto, os melhores índices foram registrados neste reservatório indicando que a transferência da água de Salto Santiago não interferiu nos processos reprodutivos, principalmente no que se refere à condição corpórea.

Aparentemente, as condições de preservação das margens em Salto Osório estão disponibilizando uma diversidade maior de alimentos de origem alóctone, possibilitando a preservação das espécies forrageiras e conseqüentemente da cadeia alimentar. Outros fatores que poderiam estar relacionados seriam à forma de operação do sistema (fio d' água) e tempo de residência (16 dias), condições que mais se assemelham as características originais do rio Iguaçu, antes da formação dos reservatórios em cascata.

Para Caxias, o processo de “armazenamento” das cargas de nutrientes pelos reservatórios a montante (Salto Santiago e Salto Osório) têm melhorado a qualidade da água (teoria do CRCC), entretanto, esse reservatório apresenta o menor valor de produção primária total (Loureiro-Crippa *et al.*, 2008), refletindo os efeitos de transferência de energia para a população de *P. britskii*.

Visivelmente, não há um gradiente longitudinal em toda a série para o fator de condição, porém a população dessa espécie tem sofrido os efeitos de cascata após o reservatório de Salto Santiago. Apesar de ser considerada altamente oportunista (Delariva *et al.*, 2007), a espécie não está encontrando em Caxias as condições mínimas de alimentação e reprodução para que possa completar o ciclo reprodutivo adequadamente.

Relação gonadossomática (RGS)

A utilização da RGS apresenta as mesmas desvantagens de todos os índices, e sua variação pode estar incorporando, além das alterações no peso das gônadas, a do corpo ou resíduos de uma relação alométrica entre o peso da gônada e o somático (Wootton, 1990). Apesar disso, os valores são amplamente utilizados em inferências acerca do estado funcional

das gônadas (Barbieri e Marins, 1995; Vazzoler, 1996; Mazzoni e Caramaschi, 1997) ou ainda para indicar o gasto reprodutivo.

Na cascata do rio Iguaçu, a RGS apresentou maior valor médio para fêmeas em todos os estádios de desenvolvimento gonadal nos reservatórios de Salto Santiago (4,26) e Osório (4,15) e a maior frequência de fêmeas com gônadas em reprodução foi observada em Segredo (7,00) e Osório (6,70), indicando maior atividade reprodutiva nesses reservatórios. Apesar dos valores, a análise estatística evidenciou que não houve diferença na relação peso da gônada (W_g)/peso do corpo (W_c), ou seja, os indivíduos com gônadas em reprodução nos reservatórios da cascata apresentam relação semelhantes.

Os baixos valores de RGS (<10,0) registrados neste trabalho parecem ser um padrão para os peixes dessa espécie no rio Iguaçu, pois Suzuki (1999) no reservatório de Segredo e Agostinho (comunicação pessoal) no reservatório de Caxias encontraram valores similares. Outros resultados semelhantes foram registrados por Sato *et al.* (1999) estudando traços reprodutivos de *P. maculatus* na bacia do rio São Francisco e Vono *et al.* (2002) estudando a biologia de três espécies simpátricas de peixes neotropicais no reservatório de Miranda, alto Paraná.

Em estudos dos processos reprodutivos, a presença de indivíduos com gônadas macroscopicamente maduras em uma determinada área, não determina que a desova ocorra exatamente nesse local (Vazzoler, 1996), outros fatores, tais como: a alimentação e as condições ambientais também podem explicar a presença da espécie no local. Ainda, para essa mesma autora, a relação gonadossomática oscila em função da influência direta das variáveis abióticas juntamente com o fotoperíodo, podendo determinar onde e quando cada espécie realizará sua desova, com intuito de assegurar e maximizar o desenvolvimento das fases iniciais dos indivíduos.

A influência mútua dos fatores, associado à oscilação de nível de água, a estabilização do reservatório, a disponibilidade alimentar e disponibilidade de abrigos, maximiza as chances de sobrevivência da prole da maioria das espécies. Dessa forma, parece que a disposição dos reservatórios em cascata não interfere na RGS, ou seja, os indivíduos são influenciados pelas condições ambientais locais de cada reservatório.

Índice de atividade reprodutiva (IAR)

No contínuo de reservatórios do rio Iguaçu, o IAR apresentou valores de intensidade incipiente a intensa, com tendência de aumento até Salto Osório (11,02) e decréscimo em Caxias (5,65), porém, não apresentando diferença significativa entre os reservatórios. Esses valores de IAR confirmam as indicações do fator de condição e da relação gonadossomática, ou seja, os peixes dos reservatórios intermediários (Salto Santiago e Osório) apresentaram as melhores condições corpóreas, e encontram nesses ambientes as condições mínimas necessárias para realizar o processo de desova.

Apesar disso, segundo Suzuki (1999) os *Pimelodus* sp. (= *P. britskii*) reproduzem essencialmente em ambientes que guardam algumas características lóticis, o motivo estaria relacionado às características dos ovos, pois esses são livres e afundam na água parada, mas “flutuam” quando a água se movimentada. Esta implicação pode ser justificada pela atividade reprodutiva intensa (Suzuki e Agostinho, 1997), maior densidade de ovos e larvas na jusante e grandes tributários (Nakatani *et al.*, 1997), verificados para a espécie no reservatório de Segredo. Além disso, Deitos *et al.* (2002) relataram que os *P. maculatus* (espécie semelhante a *P. britskii*) do reservatório de Corumbá reproduziram-se quase que exclusivamente em ambientes com algumas características lóticis (jusante, trechos lóticis do reservatório, montante e tributários).

Possivelmente, as características hídricas de Salto Osório (semelhança com o antigo leite) e a influência de Salto Santiago (recomposição de nutrientes), justifiquem os melhores índices de atividade reprodutiva, ou seja, a espécie ainda conserva em seu genoma ao longo de toda a sua história evolutiva as informações sobre as condições ideais necessárias para realizar a desova.

A presença da cascata de reservatórios no rio Iguaçu, provavelmente causou mudanças significativas no contínuo original do rio, alterando aspectos reprodutivos dessa espécie, além daquelas alterações na qualidade da água que possivelmente aconteçam em todas as cascatas. Nota-se pelo baixo valor de índice registrado no reservatório de Caxias, que os processos ecológicos estão interligados na cascata (CRCC, Barbosa *et al.*, 1999). Claramente, Salto Santiago influencia os índices obtidos em Osório, devido à recomposição de nutrientes (em parte), estruturação das comunidades pelo processo de oscilação do nível da água, entretanto, esses benefícios não são transferidos para Caxias.

Especificamente, o posicionamento, o tipo de operação (Regulação), tempo de residência e área alagada de Salto Santiago, interferem nos efeitos da cascata, diminuindo a

oligotrofização dos reservatórios no sentido de nascente-foz. Possivelmente, se os reservatórios presentes na cascata tivessem as mesmas características de operação, seria possível verificar a potencialização dos efeitos como proposto pela CRCC (Barbosa *et al.*, 1999) ao longo da série, o que conseqüentemente se refletiria de forma negativa nos processos reprodutivos da espécie.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os eventos do ciclo de vida, a reprodução é o de maior relevância, visto que o sucesso biológico da espécie é determinado pelo sucesso de um indivíduo em estar geneticamente representado na próxima geração. Dessa forma, a cascata de reservatórios no rio Iguaçu é preocupante em uma escala de tempo maior que a analisada, devido às restrições impostas à espécie, que originalmente necessita de ambiente lótico para a desova.

Em conclusão, na análise dos processos reprodutivos de *P. britskii* na cascata de reservatórios do rio Iguaçu, tem-se que:

- i) A biologia reprodutiva de *P. britskii* ao longo do gradiente de cascata não está sendo influenciada, devido à condição do reservatório de Salto Santiago, entretanto, após este reservatório os resultados apontam tendência de influência, com redução da atividade reprodutiva;
- ii) Os *P. britskii* estão distribuídos em todos os reservatórios sem diferenças significativas na captura;
- iii) Apesar de ter maior quantidade de fêmeas em alguns reservatórios, e de machos em outros, essa diferença não implica em desequilíbrio na população;
- iv) A melhor condição corpórea dos peixes nos reservatórios de Salto Santiago e Osório possivelmente está relacionada com as características ambientais, principalmente a disponibilização de nutrientes e alimentos para a cadeia, e conseqüentemente para a população de *P. britskii*;
- v) A relação gonadossomática não está sendo influenciada pela sequência de reservatórios;
- vi) Os maiores índices de IAR em Salto Santiago e Osório indicam uma atividade reprodutiva moderada e intensa, entretanto, os valores indicam que os efeitos de cascata estão sendo potencializados a partir de Salto Osório.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, MC., 2010. *Relações corporais, composição centesimal e rendimento de filé de mandi (Pimelodus britskii) do reservatório de Salto Santiago, Rio Iguaçu*. Toledo/PR:UNIOESTE. 44p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- ABE, DS., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, JG. and ROCHA, O., 2003. Denitrification and bacterial community structure in the cascade of six reservoirs on a tropical river in Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 504, p. 67-76.
- AGOSTINHO, AA., BARBIERI, G., VERANI, JR. and HAHN, NS., 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossômico e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, PR. *Ciência & Cultura*, vol. 42, nº 9, p. 711-714.
- AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. and PELICICE, FM., 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá/PR, EDUEM, 501p., il.
- AGOSTINHO, AA., SUZUKI, HI., SAMPAIO, AA. and BORGES, JDR., 1991. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In IX Encontro Brasileiro de Ictiologia. Maringá/PR. *Resumos...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá. p. 53.
- BARÃO, MA., 2007. *Avaliação crítica do licenciamento ambiental como ferramenta para o desenvolvimento sustentável - estudo de caso do setor hidrelétrico*. Curitiba/PR. 172 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Curitiba.
- BARBIERI, G. and MARINS, MA., 1995. Estudo da dinâmica da reprodução de fêmeas de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) da represa do Lobo, Estado de São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Arq. Biol. Tecnol.*, vol. 38, nº 4, p. 1191-1197.
- BARBOSA, FAR., PADISAK, J., ESPINDOLA, ELG., BORICS, G. and ROCHA, O., 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the River Tietê, São Paulo State, Brazil. In TUNDISI, JG. and STRAŠKRABA, M. (eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos, International Institute of Ecology; Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers; Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences, p. 425-437.
- BASILE-MARTINS, MA., GODINHO, HM., NARAHARA, MY., FENERICH-VERANI, N. and CIPOLLI, MN., 1986. Estrutura da população e distribuição espacial do Mandi, *Pimelodus maculatus*, Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), dentre os trechos do Rio Jaguari e Piracicaba, São Paulo - Brasil. *Boletim do instituto de pesca*. São Paulo, vol. 13, nº 1, p. 1-16.
- BAUMGARTNER, D., 2010. *Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil*. Maringá/PR: UEM. 72p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá.
- BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, LC., BIALETZKI, A., SANCHES, PV. and MAKRAKIS, MC., 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ichthyology*, vol. 6, nº 4, p. 551-558.

- BIFI, AG., BAUMGARTNER, D., BAUMGARTNER, G., FRANA, VA. and DEBONA, T., 2006. Composição específica e abundância da ictiofauna do rio dos Padres, bacia do rio Iguaçu, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 28, p. 203-211.
- BINI, LM., GOMES, LC. and AGOSTINHO, AA., 1997. Variações na abundância de peixes na pesca experimental do reservatório de Segredo. In AGOSTINHO, AA. and GOMES, LC. (ed.), 1997. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá/PR: EDUEM, p. 213-241.
- BRAGA, FMS., 1986. Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. *Rev. Brasil. Biol.*, Rio de Janeiro, vol. 46, p. 339-346.
- CALLISTO, M., GOULART, M., BARBOSA, FAR. and ROCHA, O., 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco River (northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, p. 29-240.
- CAROL, J., BENEJAM, L., ALCARAZ, C., VILA-GISPERS, A., ZAMORA, L., NAVARRO, E., ARMENGOL, L. and GARCÍA-BERTHO, E., 2006. The effects of limnological features on fish assemblages in fourteen Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, vol. 15, p. 66-77.
- CEHPAR., 2002. *Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório UHE Governador Bento Munhoz da Rocha*. Curitiba/PR. CEHPAR, LACTEC. vol I/II.
- CHELLAPPA, S., CÂMARA, MR., CHELLAPPA, NT., BEVERIDGE, MCM. and HUNTINGFORD, FA., 2003. Reproductive ecology of a Neotropical Cichlid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae). *Braz. J. Biol.*, São Carlos, vol. 63, p. 17-26.
- CHICK, JH., PEGG, MA. and KOEL, TM., 2006. Spatial dams. *River Research and Applications*, vol. 22, p. 413-427.
- CLARAMUNT, RM. and WAHL, DH., 2000. The effects of abiotic and biotic factors in determining larval fish growth rates: a comparison across species and reservoirs. *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 129, p. 835-851.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL, 2009. Centro de Operação da Geração. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/acopel/atuacaoGer.jsp>>. Acesso em: 13 de maio de 2010.
- CONOVER, WJ. and IMAN, RL., 1981. Rank transform as a bridge between parametric and nonparametric statistic. *The American Statistician*, vol. 35, p. 124-133.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA - CFMV, 2002. RESOLUÇÃO Nº 714, *Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais, e dá outras providências*. Disponível em: <http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao_resolucoes.php>. Acesso em: 10 de setembro de 2008.
- DEITOS, C., BARBIERI, G., AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. and SUZUKI, HI., 2002. Ecology of *Pimelodus maculatus* (siluriformes) in the Corumbá reservoir, Brazil. *Cybium*, vol. 26, nº4, p. 275-282.
- DELARIVA, RL., HAHN, NS. and GOMES, LC., 2007. Diet of a Catfish before and after Damming of the Salto Caxias Reservoir, Iguaçu River. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 50, nº 5, p. 767-775.
- ELETROSUL., 1978. *O impacto ambiental da ação do homem sobre a natureza - rio Iguaçu, Paraná, Brasil* - Reconhecimento da ictiofauna, modificações ambientais e usos múltiplos dos reservatórios. Florianópolis/SC, 33p.

- ENCINA, L. and GRANADO-LORENCIO, C., 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Env. Biol. Fish.*, Dordrecht, vol. 50, p. 75-84.
- FONTELES-FILHO, AA., 1989. *Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional*. Fortaleza/CE, Imprensa Oficial do Ceará, 312p.
- FUGI, R., 1998. *Ecologia alimentar de espécies endêmicas de lambaris do trecho médio da bacia do Rio Iguçu*. São Carlos/SP: UFSCAR. 88p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos.
- GARAVELLO, JC. and SHIBATTA, OA., 1995. Duas novas espécies para o gênero *Pimelodus* Lacépède, 1803, das bacias dos Rios Iguçu e Guaíba (Ostariophysi, Pimelodidae). In XI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Campinas/SP. *Resumos...*Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas: Sociedade Brasileira de Ictiologia. p. B4.
- GARAVELLO, JC. and SHIBATTA, OA., 2007. A new species of the genus *Pimelodus* La Cépède, 1803 from the Iguçu river basin and a reappraisal of *Pimelodus ortmanni* Haseman, 1911 from the Paraná river system, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, vol. 5, nº 3, p. 285-292.
- GARAVELLO, JC., 1977. Descrição de *Apareiodon vittatus* sp.n. do Rio Iguçu e comentários sobre as espécies do gênero *Apareiodon* Eigenmann, 1916 (Ostariophysi, Parodontidae). *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 37, nº 2, p. 447-455.
- GODINHO, FN., FERREIRA, MT. and SANTOS, JM., 2000. Variation in fish community composition along an Iberian river basin from low to high discharge: relative contributions of environmental and temporal variables. *Ecology of Freshwater Fish*, vol. 9, p. 22-29.
- GUBIANI, EA., PEREIRA, AL., MUCELIN, CA. and COLOGNESE, AL., 2008. Uso de atributos e da matriz de Leontief para análise do amadurecimento de ecossistemas. In ANGELINI, R. and GOMES, LC. *O artesanato de ecossistemas: construindo modelos com dados*. Maringá/PR: EDUEM, p. 135-152.
- GUNDERSON, DR., 1997. Trade off between reproductive effort and adult survival in oviparous and viviparous fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 5, p. 990-998.
- GURGEL, HCB., BARBIERI, G. and VERANI, JR., 1997. Análise do fator de condição de *Metynnis* cf. *roosevelti* Eigenmann, 1915 (Characidae, Myleinae) da lagoa Redonda, Município de Nísia Floresta, Rio Grande do Norte. In VIII Seminário Regional de Ecologia, São Carlos. *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia*. São Carlos/SP: Universidade Federal de São Carlos, vol. III, p. 357-367.
- HASEMAN, JD., 1911. Some new species of fishes from the Rio Iguçu. *Annals of the Carnegie museum*, vol. 7, nº 3-4, p. 374-387.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP, 2009. *Monitoramento da Qualidade das Águas dos reservatórios do estado do Paraná*. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=809>>. Acesso em 20 de maio de 2010.
- KIMMEL, BL., LIND, OT. and PAULSON, LJ., 1990. Reservoir primary production. In THORNTON, KW., KIMMEL, BL. and PAYNE, FE. (eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York, John Wiley & Sons, 246p.
- LIMA-JUNIOR, SE. and GOITEIN, R., 2005. A variação sazonal da condição corpórea de *Pimelodus maculatus* está relacionada ao desenvolvimento gonadal? In XVI Encontro

- Brasileiro de Ictiologia, João Pessoa. *Resumos...João Pessoa/PB: Sociedade Brasileira de Ictiologia*, p. 171.
- LIMA-JUNIOR, SE., CARDONE, IB. and GOITEN, R., 2002. Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. Maringá, *Rev Unimar*, vol. 24, nº 2, p. 397-400.
- LIZAMA, MAP. and AMBRÓSIO, AM., 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. São Carlos/SP, *Braz. J. Biol.*, vol. 62, p. 113-124.
- LOUREIRO-CRIPPA, VE., NOVAKOWSKI, GC., CARVALHO, AR. and PELICICE, FM., 2008. Análise ecossistêmica em reservatórios da bacia do rio Iguaçu: explorando padrões espaço/temporais de maturidade e resiliência. In ANGELINI, R. and GOMES, LC. *O artesanato de ecossistemas: construindo modelos com dados*. Maringá/PR: EDUEM, p. 105-120.
- MAZZONI, R. and CARAMASCHI, EP., 1997. Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus leutkeni* Lacépède 1803. *Ecol. Fresh. Fish*, vol. 6, p. 53-56.
- MENDES, PP., 1999. *Estatística aplicada a aquíicultura*. Recife. Bagas.
- MENEZES, NA. and GÉRY, J., 1983. Seven new Acestrorhynchin Characid fishes (Osteichthyes, Ostariophysi, Characiformes) with comments on the systematics of the group. *Revue Suisse Zoologie*, vol. 90, nº 3, p. 563-592.
- MILLER, PJ., 1984. The tokology of gobioid fishes. In : POTTS, GW. and WOOTON, RJ. (eds.). *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic Press. p. 119-147.
- MIRANDA, LE., HABRAT, M. and MIYAZONO, S., 2008. Longitudinal gradients along a reservoir cascade. *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 137, p. 1851-1865.
- NAKATANI, K., AGOSTINHO, AA., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, PV., CAVICCHIOLI-MAKRAKIS, M. and PAVANELLI, CS., 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá/PR: EDUEM. 378p.
- NIKOLSKY, GV., 1969. *Theory of fish population dynamics*. Edinburgh, Oliver e Boyd, 323p.
- NOGUEIRA, MG., JORCIN, A., VIANNA, NC. and BRITTO, YCT., 2005. Reservatórios em Cascata e os Efeitos na Limnologia e Organização das Comunidades Bióticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) - Um Estudo de Caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In NOGUEIRA, MG., HENRY, R and JORCIN, A. *Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*, p. 83-126.
- PAIVA, MP., 1982. *Grandes represas do Brasil*. Brasília/DF: Editerra Editorial, 292p.
- PAULA-SOUZA, G., 1978. *Reprodução de Rhamdia branneri Haseman, 1911 (Pisces, Siluriformes) e suas relações com fatores abióticos*. Curitiba/PR: UFPR, 66p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- PINNA, MCC., 1992. *Trichomycterus Castroi*, a new species of Trichomycterid cattish from the Rio Iguaçu of southeastern Brazil (Teleostei: Siluriformes). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, vol. 3, nº 1, p. 89-95
- QUINN, GP. and KEOUGH, MJ., 2002. *Experimental design and data analysis for biologist*. Cambridge, Cambridge University Press, 537p.

- REIMANN, WD., 2007. *Gradientes longitudinal e temporal na distribuição de peixes no reservatório de Salto Santiago - Rio Iguaçu/PR*. Toledo/PR: UNIOESTE, 23p. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- SAMPAIO, EV., ROCHA, O., MATSUMURA-TUNDISI, T. and TUNDISI, JG., 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic of seven reservoirs of the Paranapanema river. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62, p. 525-545.
- SAMPAIO, FAA. and GARAVELLO, JC., 1986. Nota Preliminar sobre a ictiofauna da bacia do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. I. Characoidei (Pisces, Ostariophysi). In XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiaba. *Resumos...* Cuiabá/MT: Universidade Federal de Mato Grosso: Sociedade Brasileira de Zoologia. p. 128.
- SAMPAIO, FAA., 1988. *Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysi) da bacia do Rio Iguaçu, com comentários sobre o endemismo dessa fauna*. São Carlos/SP: UFSCAR, 175p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.
- SANTOS, AHM. and FREITAS, MAV., 2000. Hidrelétricas e desenvolvimento no Brasil. In *Workshop Barragens, Desenvolvimento e Meio Ambiente Workshop on Dams, Development and The Environment*. São Paulo/SP: Banco Interamericano de Desenvolvimento, p. 59-76.
- SANTOS, JE., BAZZOLI, N., RIZZO, E. and SANTOS, GB., 2004. Reproduction of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken) (Pisces, Siluriformes) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. Curitiba/PR, *Rev Bras. Zool.*, vol. 21, p. 193-200.
- SATO, Y., FENERICH-VERANI, N., VERANI, JR., GODINHO, HP. and SAMPAIO, EV., 1999. Reproductive traits of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacepede (Osteichthyes, Siluriformes) in captive breeding. Curitiba/PR, *Rev. Bras. Zool.*, vol. 16, nº 4, p. 981-986.
- SENDACZ, S., JUNIOR, AJM., MERCANTE, CT., MENEZES, LCB. and MORAES, JF., 2005. Sistemas em Cascata: Concentrações e Cargas de Nutrientes no sistema Produtor Alto Tietê, São Paulo. In NOGUEIRA, MG., HENRY, R. and JORCIN, A. *Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. p. 417-434.
- SEVERI, W. and CORDEIRO, AAM., 1994. *Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçu*. Curitiba, IAP/Gtz, 118p.: il
- SUZUKI, HI. and AGOSTINHO, AA., 1997. Reprodução de peixes do Reservatório de Segredo. In AGOSTINHO, AA. and GOMES, LC. (ed). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá/PR: EDUEM, cap.9, p.163-182.
- SUZUKI, HI., 1999. *Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguaçu, PR, Brasil*. São Carlos/SP: UFSC, 97p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos.
- TAKEDA, AM., BUTAKKA, CMM., FUJITA, DS., FUJITA, RH., BIBIAN, JPR., 2005. Larvas Chironomidae em Cascata de Reservatórios no Rio Iguaçu, Paraná. In RODRIGUES, L., THOMAZ, SM., AGOSTINHO, AA. and GOMES, LC. (eds.). *Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos/SP: RIMA, p. 147-160.
- TUNDISI, JG., MATSUMURA-TUNDISI, T., CALIJURI, MC. and NOVO, EML., 1991. Comparative limnology of five reservoirs in the middle Tietê river, S. Paulo State. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, vol. 24, p. 1489-1496.
- VANNOTE, RL., MINSHALL, JV., CUMMINS, KW., SEDELL, JR. and GUSHING, CE., 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 37, p. 130-137.

VAZZOLER, AEAM., 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá/PR: EDUEM, 169p.: il. Color.

VONO, V., SILVA, LGM., MAIA, BP. and GODINHO, HP., 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: *Pimemodus maculatus* Lacépede (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus ambryrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. *Rev. Bras. Zool.* vol. 19, nº 3, p. 819 - 826.

WARD, JV. and STANFORD, JA., 1983. The serial discontinuity concept in lotic ecosystems. In FONTAINE, TD. and BARTHEL, SM. (eds.). *Dynamic of lotic ecosystems*. Michigan: *Ann. Arbor. Scien.*, p. 347-356

WOOTTON, RJ., 1990. *Ecology of teleost fishes*. Fish and Fisheries series 1.

ZAR, JH., 1999. *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.

ANEXO

Finalidade e normas gerais: Brazilian Journal of Biology

Preparação de originais

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais:

Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar *e, y, and, et* em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em triplicata (original e duas cópias).

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre resumir resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1ª página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2ª página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos.

Em separado - Referências, Legendas das figuras, Tabelas e Figuras.

As seguintes informações devem acompanhar todas as espécies citadas no artigo:

- Para zoologia, o nome do autor e da data de publicação da descrição original deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos;
- Para botânica e ecologia, somente o nome do autor que fez a descrição deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos.

O trabalho deverá ter, *no máximo*, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras, em caso de Notes and Comments limitar-se a 4 páginas.

A seriação dos itens de Introdução e Agradecimentos só se aplicam, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referencias Bibliográficas:

1. Citação no texto: Use o nome e ano: Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar e Rocha, 2000). Há mais de dois autores usar *et al.*

2. Citações na lista de referências, em conformidade com a norma **ISO 690/1987**.

No texto, será usado o sistema autor-ano para citações bibliográficas (estritamente o necessário) utilizando-se o utilizando-se **and** no caso de 2 autores. As referências, digitadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume, e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, referir o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea.

Exemplos:

LOMINADZE, DG. *Cyclotron waves in plasma*. Traducido por AN. Dellis; editado por SM. Hamberger. 1st ed. Oxford: Pergamon Press, 1981. 206 p. International series in natural philosophy. Tradución de:Ciklotronnye volny v plazme. ISBN 0-08-021680-3.

PARKER, TJ. and HASWELL, WD., 1930. *A text-book of zoology*. 5th ed. vol 1. revised by WD. Lang. London: Macmillan. Section 12, Phylum Mollusca, p. 663-782.

WEAVER, W., 1985. The collectors: command performances. Photography by Robert Emmett Bright. *Architectural Digest*, December 1985, vol. 42, no. 12, p. 126 -133.

WRIGLEY, EA. Parish registers and the historian. In STEEL, DJ. *National index of parish registers*. London: Society of Genealogists, 1968, vol. 1, p. 15-167.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas em um fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado - 5 dias - terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao **estritamente necessário**. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possível sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante. Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), **já aceita**, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantirá), **correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia**, tabelas

e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.