

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

LARISSA STRICTAR PEREIRA

**Efeitos do represamento sobre o estado nutricional de cinco espécies do gênero *Astyanax*
do rio Iguaçu**

Maringá
2012

LARISSA STRICTAR PEREIRA

**Efeitos do represamento sobre o estado nutricional de cinco espécies do gênero *Astyanax*
do rio Iguaçu**

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

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho

Maringá
2012

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

P436e Pereira, Larissa Strictar, 1987-
 Efeitos do represamento sobre o estado nutricional de cinco espécies do gênero
Astyanax do rio Iguaçu / Larissa Strictar Pereira. -- Maringá, 2012.
 22 f. : il.

 Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2012.

 Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho.

 1. Characiformes, Characidae (Pisces) - Reservatórios - Estado nutricional - Iguaçu,
Rio. 2. Peixes de água doce - Impacto de represamento - Estado nutricional. I.
Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -597.481763098162
NBR/CIP - 12899 AACR/2

FOLHA DE APROVAÇÃO

LARISSA STRICTAR PEREIRA

Efeitos do represamento sobre o estado nutricional de cinco espécies do gênero *Astyanax* do rio Iguazu

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

COMISSÃO JULGADORA

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

Prof. Dr. Horácio Ferreira Júlio Júnior
Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2012

Local de defesa: Anfiteatro prof. “Keshyu Nakatani”, Nupélia, bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Agradecimentos

*“Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas”
Antoine de Saint-Exupéry*

Quem dera eu fosse capaz de explicar quão grata sou ao professor Angelo ter cruzado meu caminho. Sei que nunca serei capaz de agradecer da maneira que realmente merece, por tantas coisas, como atenção, carinho, preocupações e, ainda, todas as oportunidades desde a graduação a qual me ofereceu. Aprendi que certas coisas na vida não se questiona, simplesmente aceita-se o milagre! Sou muito grata por isso para sempre.

Um trabalho sempre envolve a participação de muitas pessoas, muitas delas que na maioria das vezes sequer somos capazes de lembrar, mas que tiveram imensa participação nesse percurso. Por isso a todos que participaram desse meu trajeto um sincero muito obrigada!

Entretanto, algumas muito especiais não podem ser esquecidas.

À Rosi, sempre presente, com sua boa vontade, carinho atenção e amizade, sem sua força muitas coisas seriam mais difíceis.

Ao Luiz, que em todas vezes que gritei por “Socorro” sempre atendeu prontamente, obrigado pelas oportunidades e pela imensa ajuda.

À Salete e João, da biblioteca, por muito mais que livros e revistas científicas, obrigado pelo carinho, conversas e por serem tão atenciosos.

À Jocemara e Aldenir que eu quase enlouqueci nesse período!

Especialmente aos meus pais, cada caminho que trilhei seria mais escuro sem eles em minha vida. Sem sua força não sei onde estaria hoje.

À minha querida irmã, que mesmo longe, me deu forças para seguir, tendo fé em mim quando a minha já tinha se esvaído e pelas “coisas que nenhuma pessoa grande jamais compreenderá que tenha importância”!

Ao piu pelo amor e carinho, que me dão força para prosseguir pé ante pé e sorrir a cada dia que passa, fazendo dos dias um pouquinho melhores.

“O desafio não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

Efeitos do represamento sobre o estado nutricional de cinco espécies do gênero *Astyanax* do rio Iguaçú

RESUMO

O processo de colonização de novos reservatórios pelas espécies preexistentes na bacia tende a favorecer espécies oportunistas. Nesse processo é freqüente que a espécie altere sua dieta, utilizando os recursos alimentares em maior densidade ou disponibilidade. Assim a versatilidade apresentada por muitos peixes teleósteos torna-se de suma importância para a adaptação ao novo ambiente formado pelo represamento. Vários estudos relatam mudanças inusitadas na dieta após a formação de um reservatório, entretanto não se sabe qual o impacto desta mudança alimentar sobre a atividade alimentar e a condição nutricional dessas espécies. Esse estudo busca avaliar se a atividade alimentar e a condição nutricional foram afetadas pelo represamento, diferindo entre ambientes com diferentes graus de alterações hidrológicas, independentemente de mudanças no hábito alimentar. Para isso foram realizadas coletas em de março/97 a fevereiro/98 (período pré) e de abril/99 a fevereiro/2000 (período pós) no reservatório de Salto Caxias, rio Iguaçú, em quatro localidades: montante, região intermediária, barragem e jusante. As informações sobre mudanças na dieta foram obtidas em estudos realizados anteriormente no mesmo ambiente e período, sendo a atividade alimentar inferida pelos valores médios do Índice de Repleção dos estômagos e a condição nutricional pelos valores médios do fator de condição relativo. A atividade alimentar reduziu após o represamento, independentemente da espécie considerada e da mudança na dieta. A condição nutricional, por outro lado, caiu nos ambientes mais afetados pelo represamento (acima e abaixo da barragem) e se manteve constante ou em elevação naqueles menos influenciados (estação a montante do reservatório). Os resultados sugerem que tanto a mudança na dieta como a manutenção do hábito alimentar original têm reflexos negativos na condição nutricional em ambientes alterados. É possível que no primeiro caso isso decorra das limitações adaptativas ao uso do recurso abundante e, no segundo, a escassez do alimento preferencial.

Palavras chave: Salto Caxias. Plasticidade trófica. Fator de condição. Índice de repleção.

Damming effects in nutritional status from five species of *Astyanax* in Iguaçu river

ABSTRACT

The colonization of new reservoirs tends to support those opportunistic species. It is frequently that in this process the species present a change in diet due to the resources availability. Many fish species are widely recognized to change their feeding habits immediately after reservoir construction. However, it remains unknown whether the effects of these changes in feeding and food consumption have positive effects on the nutritional state of the fish, with the possibility of increasing individual fitness. The aim of the present study was to evaluate changes in the feeding activity and nutritional status for five sympatric species from the genus *Astyanax* in the Salto Caxias reservoir, considering areas impacted at various levels by damming. Sampling was carried out during the pre- and post-filling phases of the Salto Caxias reservoir in four locations in the main body of the Iguaçu river (upstream, transition zone, dam and downstream). The feeding activity and the nutritional status were inferred by the mean stomach repletion index and the mean condition factor, respectively. A general tendency for the feeding activity in the post-damming period to decrease was observed for four of the five considered species. In general, the condition factor decreased for all species in the dam and downstream region. These observations suggest that regardless of whether the diet is altered, the reflections in the nutritional status are negative in altered environments. The nutritional deficit occurs if the diet is altered due to the adaptive limitations in the use of the resources and if the diet remains unaltered due to the scarcity of the preferential food.

Keywords: Salto Caxias. Trophic plasticity. Condition factor. Repletion Index.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Neotropical Ichthyology*. Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	11
2.1	Área de Estudo	11
2.2	Amostragens	12
2.3	Análise dos Dados	13
3	RESULTADOS	14
3.1	Variações na Atividade Alimentar.....	14
3.2	Variações no Fator de Condição	15
4	DISCUSSÃO.....	18
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Entre as conseqüências esperadas dos represamentos estão a diminuição do número de espécies, resultante de reduções na taxa de recrutamento e extinções locais, bem como a substituição da fauna original por espécies oportunistas (Agostinho *et al.*, 1994). Essas modificações envolvem toda a biota aquática, alterando a abundância de organismos de diferentes níveis tróficos e grupos taxonômicos, sendo esperadas implicações na disponibilidade dos recursos alimentares e, conseqüentemente, na composição da dieta de muitas espécies de peixes. Espera-se, portanto, que as espécies eurípagas, ou seja, aquelas que possuem a capacidade de utilizar diversos recursos alimentares tenham maior sucesso na colonização do ambiente (Hahn & Fugi, 2007).

O represamento promove alterações espaciais diferenciadas a jusante, ao longo do corpo do reservatório e a montante, impactos os quais tende a se acentuar ao longo do tempo. A biota distribuída abaixo da barragem é submetida ao estresse das variações não naturais do nível da água, regulação das cheias, redução da qualidade da água efluente, retenção de sedimentos e nutrientes na região do reservatório, além de injúrias impostas pelo seu funcionamento aos cardumes que se acumulam a jusante e nas tentativas de passagem dos peixes pelas turbinas ou vertedouros. No corpo do reservatório, os impactos são de natureza distinta e ligados, principalmente, a mudança na dinâmica da água e no alagamento permanente de biotas críticos ao ciclo de vida de organismos aquáticos. Nesse ambiente os impactos podem ser agravados por variações artificiais no nível da água visando atender a demanda de energia elétrica além da anoxia em suas águas profundas. Por fim, a montante, onde os impactos são geralmente menos pronunciados, a biota pode ser afetada pela fragmentação de seus habitats (Agostinho *et al.*, 2007).

Após o represamento a maioria das espécies de ambientes lóticos ou reofílicas desaparece, sendo que, as que persistem se concentram nas proximidades da foz dos tributários do rio represado ou nos trechos mais altos, onde algumas características do ambiente lótico ainda ocorrem (Fernando & Holcik, 1991; Agostinho *et al.*, 1999). As espécies mais afetadas pelo represamento são aquelas de maior porte, com alta longevidade, hábito migratório e baixo potencial reprodutivo, enquanto as espécies de menor porte, alto potencial reprodutivo e baixa longevidade apresentam proliferação massiva (Dias *et al.*, 2005). Assim, uma interação entre a disponibilidade de alimento e habilidade reprodutiva da espécie no novo ambiente é um fator determinante da composição das assembléias de peixes que colonizarão o novo ambiente.

Considerando as espécies reprodutivamente aptas a ocupar o ambiente represado é esperado que a redução de um dado recurso possa levar a uma intensificação na competição. De acordo com o princípio de Gause, para que não haja extinção das espécies com interações competitivas é necessário que ocorra separação ecológica (Gause, 1964), no presente estudo, segregação trófica. Dessa maneira a grande adaptabilidade trófica exibida por teleósteos de água doce tropicais, relatada por Abelha *et al.* (2001), torna-se de grande utilidade para a partição dos recursos alimentares, garantindo a coexistência estável de diversas espécies no ambiente (Schoener, 1974).

As condições iniciais instáveis dos reservatórios podem promover flutuações relevantes na disponibilidade de recursos alimentares (Agostinho *et al.*, 1999). Um dado recurso pode se tornar extremamente abundante, sendo esperado que possa ser utilizado na dieta de grande número de espécies, resultando em elevados níveis de sobreposição de nicho trófico. É igualmente esperado que a adequação desses recursos à dieta seja distinta entre as diferentes espécies, levando a diferentes níveis de ganho nutricional.

Nesse contexto, é amplamente reconhecido que muitas espécies de peixes mudam sua dieta logo após a formação de um reservatório (Casseiro *et al.*, 2005; Luz-Agostinho *et al.*, 2006; Novakowski *et al.*, 2007; Delariva *et al.*, 2007; Hahn & Fugi, 2007) e há evidências de que, pelo menos para algumas delas, o consumo de alimento seja maior que sob as condições fluviais (Agostinho *et al.*, 1999). Não se sabe, entretanto, se a mudança na dieta e o incremento no consumo de alimento têm reflexos positivos sobre o estado nutricional dos peixes, com possibilidade de incrementar o *fitness* da espécie.

Uma maneira de se determinar o balanço entre o ganho e os gastos de energia do indivíduo, segundo Vazzoler (1996), é através do fator de condição, já que este reflete as condições nutricionais recentes e gastos das reservas em atividades. Le Cren (1951) sugere que o fator de condição expressa o bem estar do indivíduo em relação ao ambiente sendo, portanto, um bom indicador da adequabilidade da relação dos organismos com seu ambiente trófico. Ainda, tem a vantagem de compensar mudanças na forma ou condição com o comprimento, podendo ser utilizado para indicar se um indivíduo está em melhor ou pior condição que outro indivíduo do mesmo comprimento (Árnasson *et al.*, 2009).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as modificações na atividade alimentar e na condição nutricional de cinco espécies simpátricas do gênero *Astyanax* (*Astyanax bifasciatus* Garavello & Sampaio, 2010, *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Astyanax minor* Garavello & Sampaio, 2010, *Astyanax dissimilis* Garavello & Sampaio, 2010 e *Astyanax gymnodontus* Eigenmann, 1911) no reservatório de Salto Caxias, em áreas submetidas a

diferentes níveis de impactos do represamento. Busca-se, com esse estudo avaliar se (i) a atividade alimentar e a condição nutricional foram afetadas pelo represamento, independentemente da espécie considerada e (ii) a redução na atividade alimentar resulta em piores condições nutricionais, independentemente da espécie. Trabalhando sob a hipótese de que a condição nutricional das espécies logo após o represamento será menor quanto maior for a modificação na alimentação. Nessa avaliação foram consideradas ambientes com diferentes graus de alteração hidrológica.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A bacia do rio Iguaçu é a mais abrangente do estado do Paraná, cobrindo cerca de 72.000 km². Possui orientação leste - oeste com suas nascentes encaixadas na vertente ocidental da Serra do Mar, nas proximidades de Curitiba, e desaguando no Rio Paraná no município de Foz do Iguaçu. Sua fisiografia original apresentava variações marcantes durante seu percurso com mais de 1.000 km e desnível superior a 800 metros das nascentes até sua foz (Maack, 1981). O elevado desnível da bacia do Iguaçu no terceiro planalto se constituiu em grande atrativo para o aproveitamento hidrelétrico, fato que resultou em cinco grandes reservatórios e diversos pequenos, os quais alteraram notavelmente os atributos físicos, químicos e biológicos desta bacia. Dessa forma, os grandes represamentos construídos nos últimos anos transformaram as corredeiras e saltos que existiam nesse rio, entre União da Vitória e Salto Osório, em uma cascata de reservatórios, os quais alagaram 515 km² e acumularam cerca de 188×10^6 m³ de água (Júlio Jr. *et al.*, 1997). A formação do reservatório de Salto Caxias estendeu essa área por mais 141 km², a jusante.

Para este estudo as amostragens foram realizadas antes e após o represamento de Salto Caxias, no rio Iguaçu. . As estações de amostragens foram distribuídas em quatro pontos de amostragens ao longo da calha do rio Iguaçu na área considerada como de influência direta do reservatório (Fig 1). Para localização dessas estações de amostragem buscou-se contemplar locais com diferenças esperadas no grau de modificações hidrológicas decorrentes do represamento, ou seja, (1) Montante (MON) – a estação mais distante do eixo da barragem, a montante, menos afetada pelo reservatório de Salto Caxias; (2) Intermediário (INT) – região de transição entre a estação a montante e a da barragem; (3) Barragem (BAR) - região lacustre do reservatório, próxima ao eixo da barragem; (4) Jusante (JUS) – área imediatamente abaixo do eixo da barragem, sujeita a grandes flutuações na vazão.

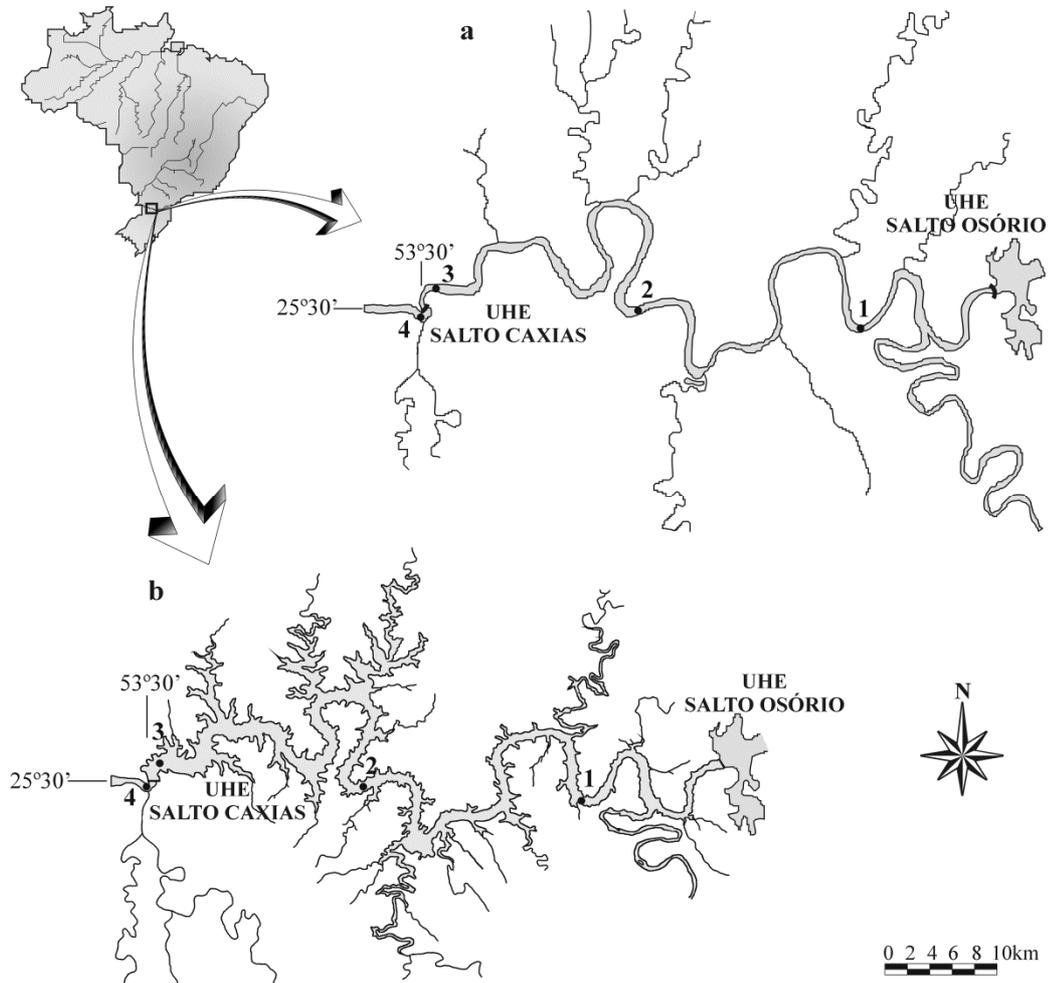


Fig. 1. Localização das estações de coleta do rio Iguazu, na área de influência do reservatório de Salto Caxias, PR. a) fase anterior ao represamento; b) fase posterior ao represamento. [ponto 1 = montante; ponto 2 = região intermediária; ponto 3 = barragem; ponto 4 = jusante).

2.2 Amostragem

As amostragens nas quatro localidades foram realizadas mensalmente no período de março/97 a fevereiro/98 (fase de pré-represamento) e trimestralmente de abril/99 a fevereiro/2000 (fase de pós-represamento).

Foram utilizadas redes de espera, com malhagens variando de 3,0 a 16,0 cm, entre nós opostos, expostas por 24 horas e com despescas ao amanhecer, entardecer e no período da noite. Após as despescas, foram obtidas as medidas de comprimento padrão (Ls, cm) e total (Lt, cm), peso (Wt, grama), peso dos estômagos (We, em centígrama), grau de repleção estomacal (Gr) seguidos pela identificação do sexo.

As cinco espécies estudadas possuem exemplares testemunhos depositados na coleção de peixes do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia/UEM).

2.3 *Análise dos Dados*

A atividade alimentar e a condição nutricional foram avaliadas nos dois períodos considerados, pré e pós-represamento, para as diferentes regiões de coleta. Visando evitar efeitos de diferenças na distribuição de comprimento dos indivíduos nas amostras obtidas nos distintos períodos ou localidades sobre as médias dessas variáveis, as análises foram realizadas apenas para a faixa de comprimento em que as variações no fator de condição foram mínimas, para reduzir o efeito que as classes de comprimento menos representadas nas amostras pudessem ter sobre os valores calculados (Gomes & Agostinho, 1997).

As variações temporais e espaciais na atividade alimentar foram inferidas pelos valores médios do Índice de Repleção dos estômagos, estimados a partir da contribuição relativa do peso do estômago (W_e , g) no peso total (W_t , g), ou seja,

$$IR = \frac{W_e}{W_t} * 100$$

A condição nutricional foi avaliada com base nas médias da condição relativa (K ; Le Cren, 1951), sendo calculadas para cada indivíduo conforme a equação:

$$K = \frac{W_t}{W_t'}$$

Onde:

W_t = peso real do indivíduo (W_t , g);

W_t' = peso estimado com base no comprimento padrão (L_s , cm) e nos parâmetros da relação peso total (W_t , g) e comprimento padrão (L_s).

Os parâmetros da relação peso x comprimento, necessários para a estimativa do fator de condição, foram obtidos para cada sexo, considerando todos os indivíduos capturados. Diferenças entre sexos foram testadas com o auxílio de uma análise de covariância (ANCOVA), com peso como variável dependente, comprimento como variável preditiva e sexo como co-variável. Os dados foram logaritmizados e as equações obtidas através do teste foram transformadas para melhor visualização.

Como é esperado que a condição e a repleção estomacal de cada espécie tenham variações entre os períodos e os locais, uma Análise de Variância bifatorial foi utilizada, sendo retidas para detalhamento as espécies com interações significativas. Quando diferenças significativas foram encontradas a discriminação entre os níveis foram obtidas pela aplicação

do teste de Tukey (Zar 2010). Para a análise de covariância os dados atingiram o pressuposto de normalidade com a logaritmização, sendo que as equações foram adequadas ao formato sem logaritmo para melhor visualização, enquanto que para as análises de variâncias o pressuposto de normalidade foi atingido através da transformação dos dados com uma transformação de normalidade do tipo Box-Cox (Zar 2010). Todas as análises foram realizadas com o software STATISTICA™ 7.0.

3 RESULTADOS

3.1 Variações na Atividade Alimentar

Os valores dos Índices de Repleção dos estômagos mostraram interações significativas entre os períodos de pré e pós-represamento conforme o local considerado, para todas as espécies (Tab.1). Essa interação significativa entre locais e períodos indica que qualquer variação na repleção dos estômagos depende de qual período está sendo considerado.

Tabela 1. Resultados da Análise de Variância aplicada aos valores do Índice de Repleção dos estômagos para as distintas espécies, considerando locais e períodos de captura.

Espécie	Fatores	F	p
<i>A. altiparanae</i>	Local	17,462	<0,001
	Período	11,592	<0,001
	Local*Período	32,069	<0,001
<i>A. bifasciatus</i>	Local	31,96	<0,001
	Período	754,16	<0,001
	Local*Período	32,74	<0,001
<i>A. minor</i>	Local	14,529	<0,001
	Período	745,829	0,02
	Local*Período	18,095	<0,001
<i>A. dissimilis</i>	Local	56,245	<0,001
	Período	215,493	0,0342
	Local*Período	39,168	<0,001
<i>A. gymnodontus</i>	Local	9,447	<0,001
	Período	133,406	<0,001
	Local*Período	35,061	<0,001

Constatou-se uma tendência geral de redução na atividade alimentar no período pós-represamento envolvendo quatro das cinco espécies analisadas, sendo exceção *A. altiparanae* que apresentou incremento na região a jusante e não diferiu a montante do reservatório (Tukey; $p=0,98$). Os indivíduos da maioria das espécies analisadas capturados nessas duas estações (MON e JUS) foram também os que apresentaram menor queda na repleção

estomacal (Fig.2), chegando a espécie *A. gymnodontus*, a não apresentar diferenças significativas (Tukey; $p=0,11$ e $p=0,99$, respectivamente).

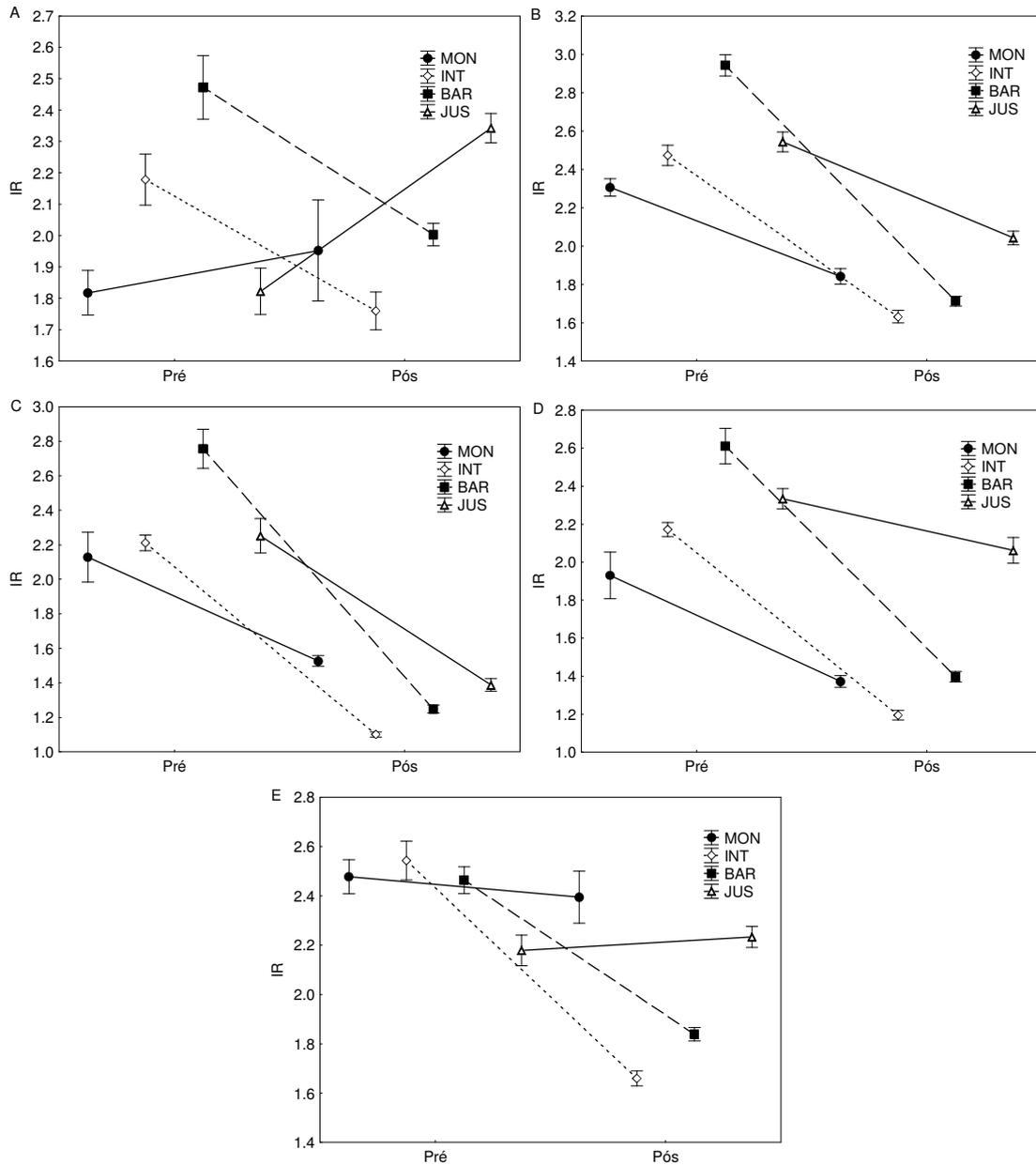


Fig. 2. Média dos índices de repleção nos períodos de pré e pós-representamento nas distintas estações de amostragem. Barras verticais = erro padrão. A- *A. altiparanae*; B - *A. bifasciatus*, C - *A. minor*, D - *A. dissimilis*, E - *A. gymnodontus*. MON=montante; INT=região intermediária; BAR=barragem; JUS=jusante.

3.2 Variações no Fator de Condição

A relação $Ls \times Wt$ mostrou diferenças significativas entre os sexos para a maioria das espécies estudadas (Tab. 2), sendo exceção apenas *A. gymnodontus*. Dessa maneira, os pesos estimados foram obtidos através das equações contidas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da análise de covariância realizada para os dados de comprimento, peso e sexo.

Espécie	Sexo	Equação	F	p
<i>A. altiparanae</i>	Macho	$Wt = 0,0472 * Ls^{2,79}$	258,121	<0,0001
	Fêmea	$Wt = 0,03 * Ls^{3,048}$		
<i>A. bifasciatus</i>	Macho	$Wt = 0,0358 * Ls^{2,852}$	135,521	<0,0001
	Fêmea	$Wt = 0,0287 * Ls^{2,976}$		
<i>A. minor</i>	Macho	$Wt = 0,071 * Ls^{2,466}$	48,885	<0,0001
	Fêmea	$Wt = 0,052 * Ls^{2,662}$		
<i>A. dissimilis</i>	Macho	$Wt = 0,04 * Ls^{2,791}$	47,542	<0,0001
	Fêmea	$Wt = 0,066 * Ls^{2,253}$		
<i>A. gymnodontus</i>	————	$Wt = 0,0238 * Ls^{3,069}$	1,9	0,17366

Os valores do fator de condição apresentaram interações significativas entre os períodos pré e pós-represamento, sendo dependentes da estação considerada (ANOVA, Tab.3), revelando, portanto, a influência distinta do represamento em cada estação de acordo com o período considerado.

Tabela 3 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA) aplicada aos valores do fator de condição relativo (K), considerando locais e períodos, bem como valores do teste de Tukey.

Espécie	Fatores	F	P	MS
<i>A. altiparanae</i>	Local	221,317	<0,001	
	Período	617,201	<0,001	0,0469
	Local*Período	45,262	<0,001	
<i>A. bifasciatus</i>	Local	301,131	<0,001	
	Período	910,521	<0,001	0,00947
	Local*Período	1,164,564	<0,001	
<i>A. minor</i>	Local	1,967,310	<0,001	
	Período	487,359	0,0273	0,01115
	Local*Período	3,576,354	<0,001	
<i>A. dissimilis</i>	Local	2,400,094	<0,001	
	Período	449,003	0,0342	0,01248
	Local*Período	9,863,400	<0,001	
<i>A. gymnodontus</i>	Local	242,548	<0,001	
	Período	859,251	<0,001	0,00858
	Local*Período	1,090,775	<0,001	

O fator de condição apresentou decréscimo, em maior ou menor grau, para todas as espécies nas regiões da barragem e jusante do reservatório, enquanto que a montante, onde a influência do represamento é esperada ser menor, a condição mostrou incrementos

significativos para três das cinco espécies consideradas (Tukey; $p < 0,001$), sendo que *A. altiparanae* e *A. gymnodontus* não apresentaram diferenças significativas nesse local (Tukey, $p = 0,93$ e $p = 0,11$, respectivamente). Na região intermediária do reservatório as espécies também apresentaram incrementos na condição, com a exceção de *A. gymnodontus* (Fig.4). Se considerado que a região a montante do reservatório foi pouco ou nada afetada pelo represamento, ela poderia ser utilizada para gerar uma comparação entre os outros locais, considerando que estes locais seguiriam a mesma tendência caso os impactos do represamento não tivessem ocorrido. Nesse caso as quedas na condição seriam mais acentuadas e o incremento verificado na condição de indivíduos da espécie *A. minor* capturados na estação intermediária deveriam ser considerados decréscimos.

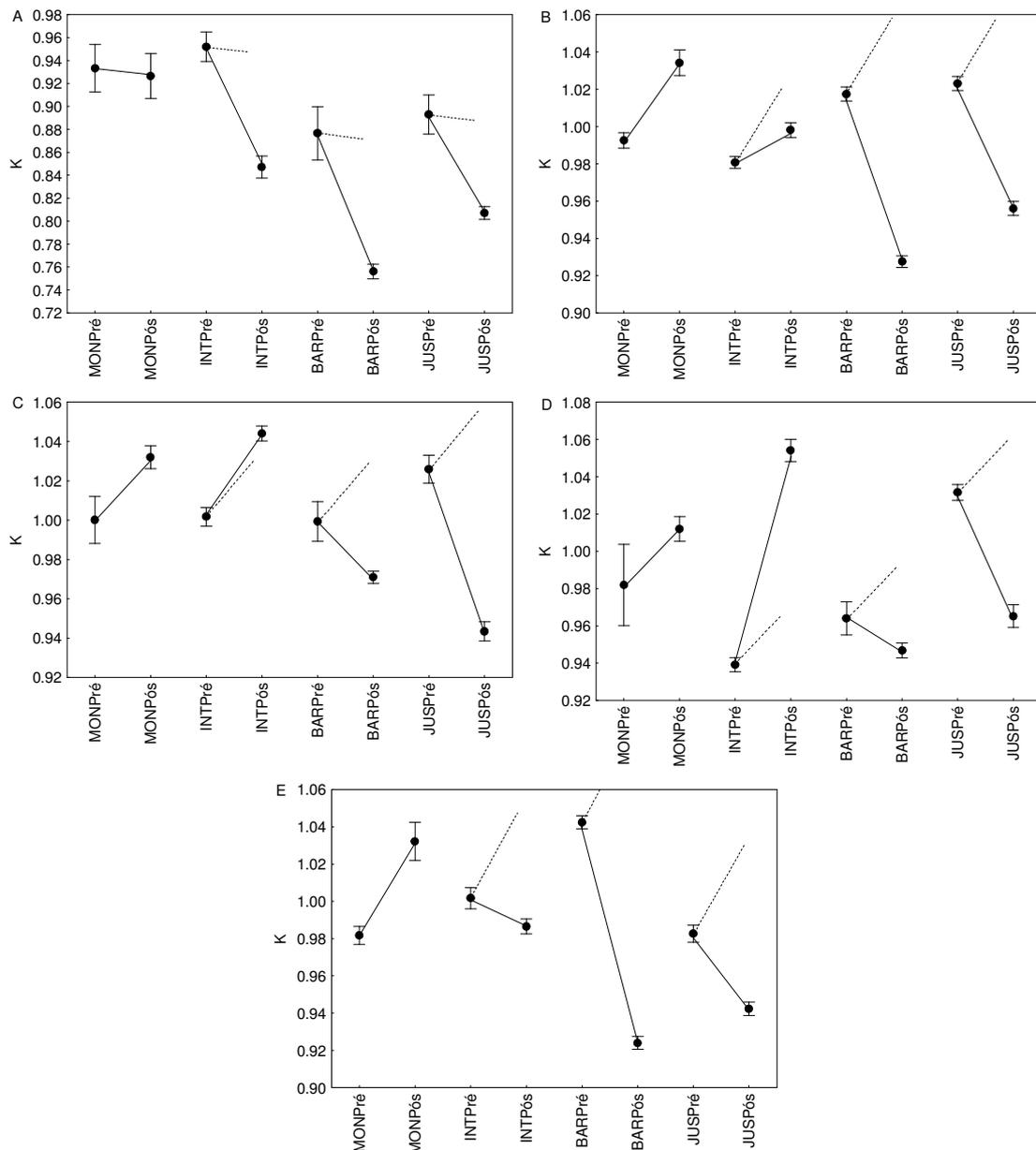


Fig. 4 – Variações na média do fator de condição (K) entre períodos e locais. Barras verticais = erro padrão. Linhas interrompidas mostram a tendência esperada com base na estação montante. A- *A. altiparanae*; B - *A.*

bifasciatus, C – *A. minor*, D – *A. dissimilis*, E – *A. gymnodontus*. MON=montante; INT=região intermediária; BAR=barragem; JUS=jusante.

4 DISCUSSÃO

Segundo estudos realizados por Delariva (2002) e Cassemiro *et al.* (2005) no reservatório de Salto Caxias, antes do represamento as cinco espécies analisadas apresentavam hábito herbívoro. Com a formação do reservatório, a única espécie que manteve a herbivoria na estação da barragem foi *A. bifasciatus*, enquanto *A. altiparanae* passou a ter hábito piscívoro, *A. minor* detritívoro, *A. dissimilis* planctívoro e *A. gymnodontus* hábito onívoro. Na estação montante, onde se espera que grande parte das características originais seja mantida (Agostinho *et al.*, 2008), a herbivoria se manteve, sendo que o consumo de plantas e algas entre essas espécies continuou sendo elevado. Contudo, abaixo da barragem, onde as modificações decorrentes de pulsos não naturais de vazão, dados pela produção de energia elétrica, são proeminentes, ocorreu uma participação similar de vegetais na dieta. Isso sugere que as características ambientais que promoveram as alterações na dieta estiveram associadas à dinâmica da água e a profundidade, mais lóticis e rasas a montante e jusante.

Peixes de pequeno porte requerem relativamente menos alimento para sua manutenção e crescimento, sendo que uma população com essas características pode ser mais numerosa utilizando-se de uma quantidade de alimento restrita (Nikolskii, 1980). O incremento na abundância de espécies de pequeno porte logo após o represamento é comum em diversos reservatórios, já tendo sido documentada para os reservatórios de Corumbá, Jordão e Segredo (Agostinho *et al.*, 1999). Assim, estas espécies podem se beneficiar nos primeiros anos de colonização do reservatório devido ao hábito alimentar oportunista e características reprodutivas peculiares (ex. alta fecundidade, diâmetro reduzido e desenvolvimento rápido dos ovócitos, desovas parceladas, reprodução precoce; Agostinho *et al.*, 1999; Dias *et al.*, 2005). O gênero *Astyanax* é reconhecido por sua grande flexibilidade na dieta e é registrado em diversas guildas tróficas, tendo sido classificado como herbívoro na fase após o enchimento no reservatório de Jordão, além de apresentarem grande contribuição nas capturas (Loureiro-Crippa & Hahn, 2006).

Em rios represados mudanças no comportamento alimentar das espécies são esperadas de acordo com a oferta de recursos alimentares, sendo que a capacidade de explorarem esses recursos define o sucesso da espécie ao novo ambiente. *Astyanax bifasciatus* e *A. minor* foram espécies que apresentaram grandes capturas também no reservatório de Segredo, apresentando os mesmos hábitos, herbívoro e detritívoro respectivamente (Hanh *et al.*, 1997). Entretanto esses autores explicam que tais classificações devem ser consideradas temporárias devido ao

hábito oportunista das espécies, e ainda, que tais espécies não possuem características morfológicas adaptadas aos hábitos alimentares acima descritos (intestino, estômago e dentes, por exemplo). Assim, as alterações no ambiente provocadas pela formação do reservatório modificaram temporariamente seus hábitos alimentares e, conseqüentemente, devido às limitações na morfologia do trato digestório das espécies, não há um grande aproveitamento do alimento, levando a quedas na condição nutricional de todas as espécies na região da barragem, local onde a mudança alimentar foi mais acentuada.

Através da teoria do forrageamento ótimo, Griffiths (1975) explica que os peixes podem ser maximizadores de energia ou de número: o primeiro captura os organismos que constituem o recurso mais energético do ambiente em maior proporção, enquanto o segundo consome as presas mais abundantes no ambiente. Assim, a queda da atividade alimentar, constatada através do índice de repleção, indica mudanças na alimentação das espécies para o alimento mais disponível encontrado.

Entretanto, mudanças na atividade alimentar para um recurso mais disponível não implica necessariamente em aumento da condição nutricional do peixe, devido ao valor energético do alimento ingerido, dos custos envolvidos com a captura, da capacidade de digestão e aproveitamento do mesmo pelo indivíduo. De fato, isso ficou evidente nesse estudo com a queda na condição nutricional dos indivíduos capturados nas duas estações de amostragem mais alteradas pela formação do reservatório, ou seja, o trecho imediatamente acima da barragem e a sua jusante, onde a dieta foi mais alterada. Porém, essa tendência foi extensiva para todas as espécies, independentemente do grau de mudança na dieta ou da qualidade nutricional do alimento. Isso ficou evidente para *A. altiparanae* que adotou dieta predominantemente piscívora, e, portanto com alto conteúdo protéico, ou para *A. bifasciatus* que não mostrou alteração no hábito alimentar, mantendo a herbivoria. Esta queda na condição nutricional dos indivíduos sugere que tanto a mudança na dieta como a manutenção do hábito alimentar original têm reflexos negativos na condição nutricional em ambientes alterados. É possível que no primeiro caso isso decorra das limitações adaptativas ao uso do recurso abundante e, no segundo, a escassez do alimento preferencial.

Portanto a maior abundância inicial de recursos alimentares disponibilizados em reservatórios recentes não contribui para melhorar as condições nutricionais dos peixes. No entanto, é razoável supor que sem esses recursos, as mudanças impostas pelo represamento naqueles originalmente utilizados levariam a quedas ainda maiores na condição das populações de peixes.

REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A.; Julio-Jr, H.F. & Petreire-Jr, M. 1994, Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. Pp. 171-184. In: I. G. Cowx, Rehabilitation of freshwater fisheries (ed.). Fishing News Book, Bodman, 496p.

Agostinho, A.A.; Miranda, L.E.; Bini, L.M.; Gomes, L.C.; Thomaz, S.M.; Suzuki, H.I. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs and prognosis on aging. Pp. 227-265. In: Tundisi, J.G.; Straskraba (Eds.), M. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos-SP. 255p.

Agostinho, AA; Gomes, LC; Pelicice, F.M. 2007. Ecologia e manejo dos recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá. EDUEM. 501p.

Agostinho, A.A.; Pelicice, F.M.; Gomes, L.C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. Brazilian Journal of Biology 68(4): 1119 - 1132

Abelha, M.C.F.; Agostinho, A.A.; Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. Acta Scientiarum, 23(2):425-434.

Árnasson, T.; Björnsson, B.; Steinarsson, A. 2009. Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: effects of temperature and body weight. Journal of Applied Ichthyology. 25:401-406.

Casemiro, F.A.S.; Hahn, N.S.; Fugi, R.; Delariva; R.L. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna, ao longo do gradiente longitudinal do reservatório de Salto Caxias (rio Iguçu, Paraná, Brasil), no terceiro ano após o represamento. Acta Scientiarum 27(1):63-71.

Delariva, R.L. 2002. Organização trófica da ictiofauna em um ecossistema subtropical, sob efeitos da formação de um reservatório (reservatório de Salto Caxias, PR). In: Delariva, R.L. Ecologia trófica da ictiofauna do rio Iguçu-Pr. Sob efeitos do represamento de Salto Caxias. Unpublished Ph.D. Thesis, Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 65p.

Delariva, R.L.; Hahn, N.S.; Gomes, L.C. 2007. Diet of a catfish before and after damming of the Salto Caxias reservoir, Iguçu river. Brazilian Archives of Biology and Technology. 50(5):767-775

- Dias, R.M.; Bailly, D.; Antônio, R.R., Suzuki, H.I., Agostinho, A.A. 2005. Colonization of the Corumbá reservoir (Corumbá river, Paraná river Basin, Goiás State, Brazil) by the “lambari” *Astyanax altiparanae* (Tetragonopteridae, Characidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(3): 467-476.
- Fernando, C.H.; Holcik, J. 1991. Fish in Reservoirs. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*. 76(2):149–167.
- Gause, G.F. 1964. *The Struggle for existence*. Hafner publishing company. 163p.
- Griffiths, D. 1975. Prey availability and food of predators. *Ecology* 56:1209-1214.
- Gomes, L.C.; Agostinho, A.A. 1997. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná river, Brazil. *Fisheries Management and Ecology* 4:263-274.
- Hahn, N.S., Fugi, R., Almeida, V.L.L., Russo, M.R. & Loureiro, V.E. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. Pp. 141-162. In: Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (Eds.) *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo EDUEM*, Maringá, p.387.
- Hahn, N.S.; Fugi, R. 2007. Alimentação de Peixes em Reservatórios Brasileiros: Alterações e conseqüências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis*, 11(4):469-480.
- Júlio-Jr, H.F.; Bonecker, C.C.; Agostinho, A.A. 1997. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. Pp. 1-17. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (Eds.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM. p.387.
- Le Cren, E.D. 1951. The length: weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2):201-219.
- Loureiro-Crippa, V.E.; Hahn, N.S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after filling. *Neotropical Ichthyology*. 4(3):357:362.
- Luz-Agostinho, K.D.G., Bini, L.M.; Fuji, R.; Agostinho, A.A.; Julio Jr., H. 2006. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4(1): 61 - 68

Maack, R. 1981. Geografia Física do estado do Paraná. 2^o ed. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Estado do Paraná. Rio de Janeiro: José Olímpio. 442p.

Nikolskii, G.V. 1980. Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources. Oliver & Boyd, Edinburgh.

Novakowski, G.C.; Hahn, N.S.; Fugi, R. 2007. Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 7(2):149-154.

Schoener, T.W. 1974. Resource Partitioning in Ecological Communities. *Science*. 185(4145):27-39.

Vazzoler, A.E.A.M. 1966. Biologia da Reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Eduem/SBI/CNPq/Nupélia.

Zar, J.H. 2010. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, United States of America p.944