

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA

**ICTIOFAUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DE PEIXES EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO
DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ, ALTO RIO URUGUAI, BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MICHELE CAVALHEIRO NUNES

Florianópolis – SC
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA

**ICTIOFAUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DE PEIXES EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO
DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ, ALTO RIO URUGUAI, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito Parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

MICHELE CAVALHEIRO NUNES

Florianópolis – SC
2009

Nunes, Michele Cavalheiro,

Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Alto rio Uruguai, Brasil / Michele Cavalheiro Nunes – 2009.

36 f : 7 figs., 6 tabs.

Orientador: Alex Pires de Oliveira Nuñez

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

1. Ictiofauna Associada; 2. Tanques-rede; 3. Rio Uruguai.

Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório de Ita, Alto Rio Uruguai, Brasil.

Por

MICHELE CAVALHEIRO NUNES

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez - *Orientador*

Dr. David Augusto Reynalte Tataje

Dra. Norma Segatti Hahn

AGRADECIMENTOS

À minha família, agradeço pelo apoio e por entenderem a ausência quando se fez necessária, em especial à minha mãe que sempre foi a primeira e preferida Professora.

Ao Prof^o Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez, pela orientação, amizade e paciência principalmente durante os dois anos do mestrado.

Aos amigos Claudia Machado, David Tataje, Luis Fernando Beux e Renata Guerreschi, pelo incentivo, pela ajuda com a identificação de material, material bibliográfico e informações sobre o cultivo em tanques-rede.

À Gisele Novakowski, pelo treinamento de ecologia alimentar, ajuda incansável via e-mail e referências bibliográficas.

À minha amiga e “mestra” Samira Meurer, por me ensinar a abrir estômagos de peixes, há uns quatro anos atrás (...), pelas referências e correções do trabalho.

Aos amigos e colegas de Laboratório:

Samara, pelo auxílio no começo do processamento do material; Luciano Weiss, pelo auxílio com o material de coleta; Karine Rech, Luis Felipe Craide, Rafaela Corrêa, pela ajuda com a identificação de bentos, zooplâncton e algas; Maurício Scharf, Lucas Cunha, Rodrigo Vargas e Fernando Cornélio pelo auxílio com os vidrinhos; Leonardo Porto Ferreira pelas análises de qualidade da água; Jhon Jimenez pela ajuda na coleta e na arrecadação de vidrinhos no HU; Kátia Heller, pela ajuda na última coleta, e com a triagem do material em laboratório e amizade.

Aos funcionários de campo:

Amarildo e família, por me receberem em sua casa, e me ajudarem; Maurício Machado, Ronaldo Silva, Paulo e Pedro Iaczkinski, que realmente fizeram a coleta de campo acontecer debaixo de chuva como quase sempre aconteceu (...).

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVO	11
3.	CAPÍTULO 1 - Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanque-rede no reservatório da usina hidroelétrica de Ita, Brasil.....	12
	RESUMO.....	12
	ABSTRACT	12
	INTRODUÇÃO	13
	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
	RESULTADOS	15
	DISCUSSÃO	21
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
4.	CAPÍTULO 2 - Dinâmica alimentar de <i>Astyanax fasciatus</i> e <i>Parapimelodus valenciennis</i> associados a tanques-rede no reservatório da usina hidroelétrica de Ita, Alto Rio Uruguai, Brasil.....	24
	RESUMO.....	24
	ABSTRACT	24
	INTRODUÇÃO	25
	MATERIAIS E MÉTODOS	26
	RESULTADOS	28
	DISCUSSÃO	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
5.	CONCLUSÕES GERAIS.....	34
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO.....	35

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a estrutura das populações e a dieta dos peixes selvagens associados a cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, no alto rio Uruguai, foram realizadas quatro coletas bimestrais, entre março e outubro de 2008, na superfície, no meio e no fundo da coluna d'água utilizando-se conjuntos de redes do tipo malhadeira, dispostos em seqüência aleatória, em um ponto central próximo ao cultivo e em uma baía próxima considerada como ponto controle. As redes permaneceram na água por 24 horas e foram revisadas a cada quatro horas. Os peixes capturados foram identificados, submetidos à biometria e tiveram seu estômago retirado por incisão abdominal, sendo registrado seu grau de repleção. O estudo alimentar foi conduzido para as espécies *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis*. O conteúdo gástrico dessas espécies foi identificado em estereomicroscópio tendo sido calculada a frequência de ocorrência e a frequência volumétrica dos itens alimentares, posteriormente combinados no Índice Alimentar. Durante as coletas foram também avaliadas algumas variáveis ambientais da água. O número de indivíduos capturados foi convertido para captura por unidade de esforço (CPUE), e as análises de similaridade e canônica foram utilizadas para avaliar a abundância de espécies e a semelhança entre os locais amostrados ao longo do período. A captura nas distintas coletas esteve relacionada à temperatura da água ($r=0,86$; $P<0,05$), sendo que as análises de similaridade e canônica destacaram a presença de dois grupos, um deles composto pelas coletas em temperaturas mais amenas associado a maiores capturas e diversidade de espécies, e outro grupo formado pelas coletas em período de temperaturas mais baixas, maior concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, baixa captura e pequena diversidade de espécies. A análise alimentar mostrou que a sobra de ração não foi registrada no conteúdo gástrico de nenhuma das espécies estudadas. Para as espécies analisadas houve preferência pelo consumo de zooplâncton, em especial do grupo Copepoda por *Astyanax fasciatus* e do grupo Cladocera por *Parapimelodus valenciennis*. Para essa espécie indivíduos de maior porte foram capturados no meio e no fundo da coluna d'água e próximos aos tanques-rede, caracterizando a influência do cultivo em tanques-rede sobre os indivíduos desta espécie presentes na ictiofauna associada.

Palavras-chave: ictiofauna associada; tanques-rede; rio Uruguai.

ABSTRACT

In order to evaluate the structure of populations and the diet of wild fish associated with the cultivation of fish in cages in the reservoir of Itá hydropower plant, in the high river Uruguay, four samples were taken bimonthly, between March and October 2008, in surface in the middle and bottom of the water column using a set of gillnets arranged in random sequence disposed in a central point near the cages and in a bay near the cages but without their influence considered as control. The gillnets remained in water for 24-h period and were revised every four hours. Fish caught were identified, subjected to biometrics and had their stomach removed by abdominal incision, and recorded their degree of fullness. The feeding study was conducted for the species *Astyanax fasciatus* and *Parapimelodus valenciennes*. The gastric contents of these species was identified and analyzed by the frequency of occurrence and volumetric methods, combined as an Alimentary Food Index. During fish samples collections were also evaluated several environmental variables of water. The number of individuals captured was converted to catch per unit effort (CPUE) and the similarity and canonical analysis were used to assess the abundance of species and similarity among sites sampled during the period. The catch in the different samples was related to water temperature ($r = 0.86$; $P < 0.05$), and the analysis of similarity and canonical highlighted the presence of two groups, one composed by samples collected in mild temperatures associated to higher catch and species diversity, and another group formed by samples in a period of lower temperatures, higher concentrations of dissolved oxygen and electrical conductivity, low catches and low diversity of species. The analysis showed that ration was not registered in the gastric contents of any species. For the species examined there was preference for consumption of zooplankton, especially Copepoda by *Astyanax fasciatus* and Cladocera by *Parapimelodus valenciennes*. For this species larger individuals were caught in the middle and bottom of the water column and close to the cages, characterizing the influence of cages on this wild species.

Keywords: wild fish fauna; cage aquaculture; Uruguay River.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2003), desde 1970 a aquicultura mundial vem apresentando índices médios anuais de crescimento de 9,2%, comparados com apenas 1,4% da pesca extrativa e 2,8% da produção de animais terrestres.

Esse crescimento da aquicultura está ligado a dois objetivos principais: segurança alimentar e reforço de renda. Para satisfazer a demanda por produtos aquáticos de origem animal ela vem apresentando diversificação das espécies cultivadas e intensificação dos sistemas de produção (LIN & YI, 2003).

O potencial do Brasil para o desenvolvimento da aquicultura é imenso, já que o país apresenta diversas características, tais como a quantidade de água disponível (aproximadamente 12% da água doce do planeta), 5.500.000 hectares de reservatórios de águas doces, clima extremamente favorável para o crescimento dos organismos cultivados, mão-de-obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno (SEAP, 2006). O Brasil é um dos países que vem ganhando posições no ranking internacional de produtos aquícolas, com destaque para a sua região Sul, que apesar de apresentar clima menos favorável que o existente nas demais regiões do país, produz o equivalente a 49% da produção aquícola brasileira. Nessa região a produção de organismos cultivados em água doce equivale a 53% do total brasileiro (BORGHETTI & OSTRENSKI, 2003). Somente nos últimos anos tem aumentado o interesse pelas espécies de peixes nativos. De fato essas espécies apresentam algumas vantagens sobre as exóticas, como a adaptação ao clima da região e o alto valor comercial devido ao sabor da carne, além de fazerem parte da pesca regional e do consumo da população (MEURER e ZANIBONI-FILHO, 2000).

A criação de peixes em tanques-rede teve início há mais de cinquenta anos no delta do rio Mekong, na Ásia. Os primeiros cultivos comerciais iniciaram logo depois no Japão, sendo que na década seguinte o sistema foi implantado para a produção de salmonídeos na Noruega. O aprimoramento desta técnica, no entanto, ocorreu na década de setenta, com a produção de tilápias no estado do Alabama, nos Estados Unidos, e de salmonídeos no Chile (SILVA & SIQUEIRA, 1997; VALENTI et al., 2000). No Brasil, a tecnologia de piscicultura em tanques-rede vem sendo amplamente difundida, mostrando-se uma técnica promissora por conciliar o uso sustentável do ambiente com uma alta produtividade oriunda da utilização de altas taxas de estocagem (GOMES et al., 2004).

O cultivo em tanques-rede é uma alternativa que apresenta vantagens do ponto de vista técnico, econômico e social (SCHIMITTOU, 1969). Requer ainda um menor investimento inicial, que apresenta menor custo e maior rapidez de implantação, quando comparado a outros sistemas aquícolas tradicionais (SKAJKO e FIRETTI, 2001).

Embora a aquicultura não possa ser considerada, no seu sentido restrito, como uma atividade atrelada aos recursos pesqueiros de reservatórios, ela vem sendo preconizada nas políticas governamentais como uma alternativa para reduzir a pressão da pesca sobre os estoques naturais e, portanto, como uma ação ligada à conservação desses recursos (AGOSTINHO et al., 2007).

A aquicultura em tanques-rede e a escolha do local para sua implantação no Brasil têm sido norteadas principalmente pela facilidade de acesso ao mercado consumidor e pela escolha de um ambiente favorável à produção, sendo que a sua relação com os impactos potenciais que esse sistema de cultivo apresenta, como a destruição de habitats naturais, a eutrofização, o risco de introdução de espécies exóticas ou de diminuição da variabilidade genética, mudanças na estrutura e dinâmica da biota, com possível extinção de espécies locais (AGOSTINHO et al., 1999, ALVES e BACCARIN, 2005; SCHOBBER, 2005), tem sido pouco considerada. Segundo CARSS (1990), as fazendas de cultivo de peixes podem afetar a presença, a abundância, a dieta e o tempo de residência dos peixes em uma determinada área.

A capacidade de uso de diferentes recursos alimentares pela ictiofauna limita qualquer tentativa de generalização em sua ecologia alimentar (ABELHA et al., 2001). Os principais recursos nutricionais consumidos pela ictiofauna em reservatórios são os de origem interna, como o zooplâncton, os insetos e outros invertebrados aquáticos, os detritos e os peixes. Em termos de número e biomassa, espécies que consomem esses recursos prevalecem sobre as espécies que não se valem dessas “novas” fontes alimentares (AGOSTINHO et al., 2007).

O cultivo de peixes em tanques-rede incrementa dramaticamente a presença, abundância e a biomassa de peixes selvagens demersais e pelágicos em seus arredores quando comparados com áreas controle (CARSS, 1990; DEMPSTER et al., 2002, 2004, 2005; BOYRA et al., 2004; TUYA et al., 2005). Segundo Beveridge (1984) esta tendência de congregação dos peixes selvagens nos arredores do cultivo em tanques-rede se deve a alguns fatores, entre eles a provisão de sombra abaixo das estruturas de cultivo, onde o zooplâncton é mais visível. Este local serve como uma referência de espaço para que os peixes se orientem ao seu redor, atua como refúgio dos peixes pequenos contra seus predadores e também serve de substrato para o crescimento vegetal e animal. Experimentos de telemetria mostraram que a resposta alimentar dos peixes do cultivo atua como um código para os peixes do meio ambiente, sinalizando que há alimento disponível (PHILLIPS, 1982).

O reaproveitamento do material orgânico, como sobras de ração, fezes e animais mortos oriundo dos tanques-rede serve de alimento aos animais bentônicos e para a megafauna de animais pelágicos, sendo amplamente reportado em estudos conduzidos que investigam os impactos ambientais da aquicultura. Muitos autores sugeriram que os peixes selvagens reduzem substancialmente a quantidade deste material orgânico que alcança o solo oceânico debaixo dos cultivos (CARSS, 1990; HEVIA et al., 1996; PAPOUTSOGLOU et al., 1996; JOHANSSON *et al.*, 1998; BLACK, 1998; PEARSON e BLACK, 2001). Nos locais onde os peixes selvagens utilizam o material orgânico produzido pelos tanques-rede como fonte de alimento, a situação trófica natural do corpo d'água e as variações sazonais da disponibilidade de alimento podem ser importantes para determinar a resposta dos peixes selvagens à nova de fonte de alimento (FELSING et al., 2005).

É esperado que para a ictiofauna o aporte de matéria orgânica e nutrientes promova mudanças em diferentes escalas, levando à proliferação de algumas espécies e à redução de outras menos tolerantes. Assim, ao nível de comunidade é possível a ocorrência de uma marcante alteração na estrutura, não apenas pelos efeitos no recrutamento diferenciado, mas também pela atração que a área cultivada exerce sobre as espécies de peixes oportunistas, com reflexos na densidade, na

relação predador-presa e na incidência de parasitas e doenças (AGOSTINHO et al., 1999). Já ao nível de população, esperam-se alterações na dieta e na condição nutricional dos indivíduos.

Ainda que exista um grande potencial para a utilização de reservatórios de água para a produção de pescado, o uso de tanques-rede para criação intensiva de peixes ainda não é uma prática amplamente utilizada pelos piscicultores, e inexistem informações sobre os impactos dos cultivos sobre a ictiofauna livre associada em águas interiores. Nesse sentido faz-se importante analisar os cultivos em tanques-rede através da perspectiva holística (READ & FERNANDES, 2003) que pode conduzir a tomada de decisões mais abrangentes e conduzir a uma regulamentação ambiental mais rigorosa (BURBRIDGE et al., 2001). Estudos que visem gerar estas informações são de fundamental importância para o desenvolvimento de um pacote tecnológico voltado à utilização de espécies nativas da bacia do rio Uruguai (BROL, 2006).

Segundo Sudirman et al. (2008) são poucas as ferramentas de manejo da aquicultura endereçadas ao efeito das comunidades de peixes vizinhas ao cultivo de peixes em tanques-rede. Precisa-se, portanto, responder a quatro questões principais: (1) Quais Ordens, Famílias e espécies de peixes permanecem ao redor dos tanques-rede? (2) Estes peixes estão vivendo permanentemente perto do cultivo e sua abundância muda ao longo do dia? (3) Quais peixes utilizam o alimento desperdiçado pelo cultivo? (4) Pode esta comunidade de peixes selvagens produzir uma diminuição significativa do desperdício oriundo do cultivo de peixes em tanques-rede?

Neste contexto, o presente estudo tem por o visa avaliar o efeito do cultivo de peixes em tanques-rede sobre na ictiofauna associada do reservatório da usina hidrelétrica de Itá, através da análise da abundância da diversidade de espécies e da dinâmica alimentar da comunidade íctica amostrada.

O trabalho está sendo apresentado em dois capítulos, redigidos na forma de artigos científicos para serem publicados nos periódicos *Aquaculture* – Capítulo 1 (Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanque-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Brasil), e *Acta Scientiarum Biological Sciences* – Capítulo 2 (Dinâmica alimentar de *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis* associados a tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Alto Rio Uruguai, Brasil).

2. OBJETIVO

Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo avaliar composição da ictiofauna e a dieta dos peixes capturados no entorno do cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá.

Objetivos específicos

1. Analisar a estrutura as populações de peixes da fauna associada.
2. Analisar a dinâmica alimentar de algumas espécies de peixes da fauna associada.

3. CAPÍTULO 1

ICTIOFAUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DE PEIXES EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ, BRASIL

Wild freshwater fish associated to cage aquaculture at the reservoir of Itá Hydroelectric Power Plant, Brazil

Michele Cavalheiro Nunes^{1,2}, Alex Pires de Oliveira Nuñez³

¹Bolsista CAPES; ²Programa de Pós-Graduação em Aquicultura; Universidade Federal de Santa Catarina; Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis/SC, CEP 88040-900, michynunes@yahoo.com.br

³Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce; UFSC; Rodovia SC 406 N° 3532, Florianópolis/SC, CEP 88066-000

RESUMO

O presente estudo avaliou a abundância e a composição taxonômica da comunidade de peixes selvagens associados a cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, no alto rio Uruguai, Brasil. Para tanto foram realizadas coletas bimestrais na superfície, no meio e no fundo da coluna d'água em um ponto próximo aos tanques-rede e em um ponto distante destes, considerado com ponto controle. Foram utilizados conjuntos de redes de espera do tipo malhadeira de oito diferentes tamanhos de malha, dispostos em seqüência aleatória, que permaneceram na água por 24 h e que foram revisados a cada quatro horas. Os peixes capturados foram identificados e submetidos à biometria, sendo que durante a sua captura foram avaliadas algumas variáveis físicas e químicas da água. A captura total foi de 1.046 indivíduos/100m² de rede, dos quais 80% pertenceram às espécies *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis*. A captura nas distintas coletas esteve relacionada à temperatura da água ($r=0,86$), sendo que a análise de agrupamento destacou a presença de dois grupos, um deles composto pelas coletas em temperaturas mais elevadas, associada a maiores capturas e a um maior número de espécies, e outro grupo formado pelas coletas em período de temperaturas mais baixas, maior concentração de oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo total, alta condutividade elétrica, e baixas capturas, com pequena diversidade de espécies.

Palavras-chave: ictiofauna associada; tanques-rede; rio Uruguai

ABSTRACT

The present study evaluated the abundance and the structure of wild fish community associated to fish culture in cages in the reservoir of the Ita Hydroelectric Power Plant, at the high Uruguay river, Brazil. Bimonthly samples were accomplished in the surface, in the middle and in the bottom of the water column and in a site distant from the cages considered as control. Groups of gill nets with eight different mesh sizes were used, disposed in random sequence that stayed in the water for 24-h period, and checked every four hours. The captured fish were identified and submitted to the biometry, and during its capture some physical and chemical variables of the water were also analyzed. The total capture was 1,046 individuals/100m² of the which 80% belonged to the species *Astyanax fasciatus* and *Parapimelodus valenciennis*. The capture was related to the water temperature ($r=0.86$), and the cluster analysis highlighted the presence of two groups, one composed for samples associated to higher temperatures and number of species and other group formed by samples with lower temperatures, higher dissolved oxygen, nitrogen, total phosphorus concentration and electrical conductivity, low captures and low diversity of species.

Keywords: wild fish fauna; cage fish culture; Uruguay River

INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo de peixes em tanques-rede se constituem em uma fonte de entrada constante de nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo (TACON & FORSTER, 2003), que pode levar à deterioração da qualidade da água e a mudanças no ambiente. Entre estas mudanças, a atração exercida pelas sobras de ração do cultivo é responsável por altas concentrações de peixes em áreas com essa modalidade de cultivo (DEMPSTER et al., 2004; AGOSTINHO et al., 2007).

Diversos estudos tem sido desenvolvidos em ambientes marinhos avaliando a tendência dos peixes selvagens de se congregarem nos arredores do cultivo em tanques-rede, e em especial o efeito desses peixes livres na remoção do desperdício de nutrientes dos cultivos (BEVERIDGE, 1984; CARSS, 1990; PEARSON & BLACK, 2001; FELSING et al., 2005) e o impacto deste tipo de cultivo sobre o comportamento das populações selvagens de peixes através de observações sub-aquáticas e/ou com câmeras de vídeo (BOYRA et al., 2004; Dempster et al., 2004; VALLE et al., 2007; SUDIRMAN et al. 2008). Segundo Carss (1990), as fazendas de cultivo de peixes marinhos podem afetar a presença, a abundância, a dieta e o tempo de residência dos peixes em uma determinada área.

O material orgânico oriundo dos tanques-rede, como as sobras de ração, as fezes e os animais mortos podem servir de alimento para os animais bentônicos e para a megafauna de animais pelágicos, sendo este uso amplamente reportado em estudos que investigam os impactos ambientais da aquicultura. Muitos autores sugerem que os peixes selvagens reduzem substancialmente a quantidade deste material orgânico que alcança o solo oceânico debaixo dos cultivos (CARSS, 1990; HEVIA et al., 1996; PAPOUTSOGLOU et al., 1996; JOHANSSON et al., 1998; BLACK, 1998; PEARSON e BLACK, 2001). Nos locais onde os peixes selvagens utilizam o material orgânico produzido pelos tanques-rede como fonte de alimento, a condição trófica natural do corpo d'água e as variações sazonais da disponibilidade de alimento podem ser importantes para determinar a resposta dos peixes selvagens à nova de fonte de alimento (FELSING et al., 2005).

É esperado que para a ictiofauna o aporte de matéria orgânica e de nutrientes promova mudanças em diferentes escalas, levando à proliferação de algumas espécies e à redução de outras menos tolerantes. Assim, ao nível de comunidade é possível a ocorrência de uma marcante alteração na estrutura, não apenas pelos efeitos no recrutamento diferenciado, mas também pela atração que a área cultivada exerce sobre as espécies de peixes oportunistas, com reflexos na densidade, na relação predador-presa e na incidência de parasitas e doenças (AGOSTINHO, 1999). Já ao nível de população, esperam-se alterações na dieta e na condição nutricional dos indivíduos.

Apesar do cultivo de peixes em tanques-rede estar sendo incentivado para o uso nas águas dos reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil existe muito pouca informação disponível sobre as possíveis alterações que os tanques-rede podem causar à ictiofauna associada em água doce. Sendo assim o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do cultivo de peixes em tanques-rede sobre a estrutura da assembléia de peixes selvagens do reservatório da usina hidrelétrica de Itá

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma baía de aproximadamente 20 m de profundidade, no reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Itá no alto rio Uruguai encontram-se instalados 33 tanques-rede de 4 e de 8 m³ onde o crescimento das espécies *Rhamdia quelen*, *Salminus brasiliensis* e *Steindachneridion scriptum* está sendo analisado. A biomassa inicial estocada foi de 513,4 Kg, que foi alimentada duas vezes ao dia com ração comercial extrusada fornecida em comedouros flutuantes. A alimentação para *R. quelen* e *S. scriptum* vem sendo ofertada até a saciedade aparente dos peixes e para *S. brasiliensis* a ração vem sendo fornecida a uma taxa de 3 a 5% da biomassa, sendo que as sobras de ração foram removidas em todas as unidades de cultivo.

As coletas da ictiofauna associada foram realizadas bimestralmente, entre os meses de março e outubro de 2008, num ponto localizado junto aos tanques-rede (ponto T; 27°17'09" S, 52°20'26" W) e em um ponto localizado em uma baía próxima (ponto C; 27°18'17,9" S, 52°21'25" W), que não sofre influência do cultivo, considerado como controle (Fig.1). Em cada um desses pontos foram instalados três conjuntos de redes de espera tipo malhadeira, com malhas de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 cm entre nós, dispostas em seqüência aleatória. Esses conjuntos foram fixados na superfície, no meio e no fundo da coluna d'água e permaneceram na água por 24 horas, tendo sido revisados a cada quatro horas. Os peixes capturados foram identificados até o nível de espécie e submetidos à biometria e o seu número foi relacionado com o esforço amostral, representado pela captura por unidade de esforço (indivíduos/100m²).

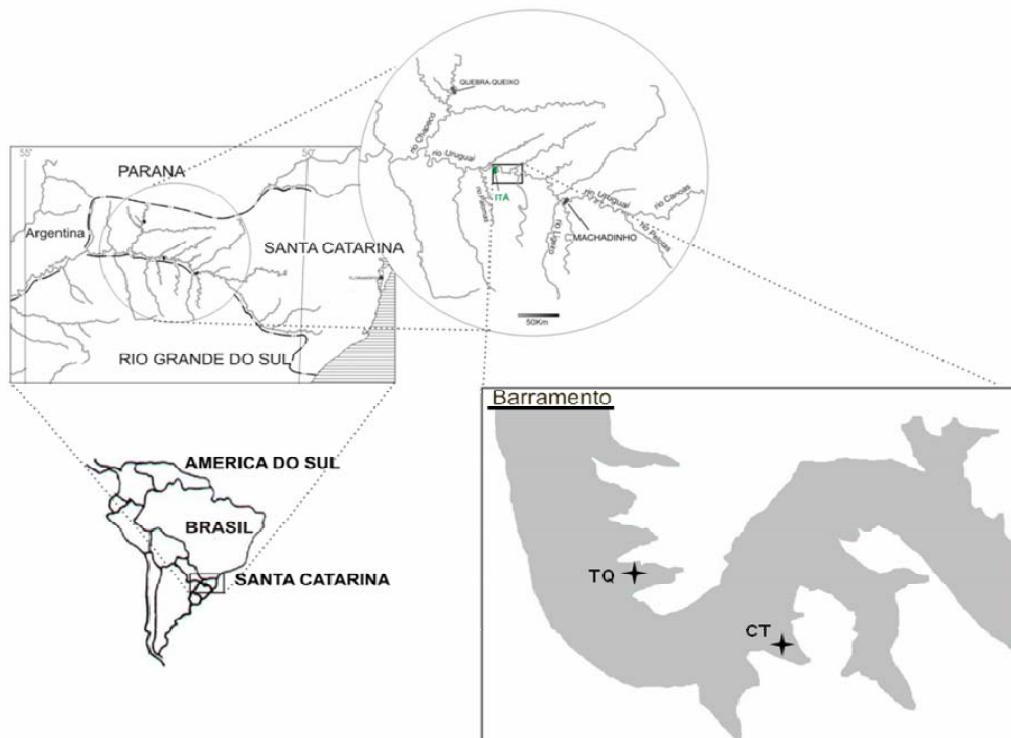


Fig. 1. Mapa de localização dos pontos de coleta (T=Tanques-rede e C=Controle) no reservatório da UHE Itá, Alto rio Uruguai, Brasil.

Para análise da qualidade da água as seguintes variáveis físicas e químicas foram avaliadas diretamente no ambiente com equipamentos YSI: temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e a concentração de oxigênio dissolvido (mg/l). As concentrações de nitrogênio total ($\mu\text{g}/\text{l}$) e de fósforo total ($\mu\text{g}/\text{l}$) foram quantificadas segundo metodologia descrita por Valderrama (1981), a de amônia total ($\mu\text{g}/\text{l}$) conforme Koroleff (1976), a de nitrito ($\mu\text{g}/\text{l}$) segundo Golterman et al. (1978) e as de fósforo total dissolvido ($\mu\text{g}/\text{l}$) e de fosfato reativo ($\mu\text{g}/\text{l}$) de acordo com Strickland & Parsons (1960).

A semelhança entre os pontos amostrados foi avaliada pela análise de agrupamento (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) com o método WPGMA e o índice de similaridade de Bray-Curtis. A análise de correspondência canônica foi utilizada para relacionar simultaneamente as espécies, os pontos amostrados e as variáveis ambientais, e o coeficiente de correlação de Pearson (ZAR, 1996) foi utilizado para correlacionar o número de indivíduos capturado com a temperatura da água.

RESULTADOS

As variáveis de qualidade da água apresentaram diferença entre os pontos amostrados no mês de março, quando as concentrações de amônia total, fósforo total dissolvido e fosfato reativo nos tanques-rede apresentaram valores superiores aos registrados no ponto controle (Tabela 1). Nos meses mais frios a qualidade da água permaneceu similar entre os diferentes pontos amostrados.

A captura da ictiofauna associada nos dois pontos de coleta totalizou 1.046 indivíduos/100m², pertencentes a 15 espécies de sete famílias, sendo que praticamente todos os exemplares capturados foram de espécies de pequeno porte (Tabela 2), sendo a biomassa total de pouco mais de 14 Kg. Duas dessas espécies responderam por 80% do total capturado: o lambari *Astyanax fasciatus* e o mandi-chorão, *Parapimelodus valenciennis*. As espécies *Hypostomus commersonii*, *Pimelodus absconditus*, *Pimelodus maculatus* e *Serrasalmus maculatus* ocorreram somente no ponto dos tanques-rede, enquanto que *Hypostomus ibrueckeri* ocorreu somente no ponto controle (Tabela 3). As espécies *Iheringichthys labrosus* e *Loricariichthys anus* apareceram com maior frequência e em maior número próximas aos tanques-rede (Tabelas 3 e 4).

Foi registrada relação direta entre a temperatura da água e o número de indivíduos capturados ($r=0,86$; $P<0,05$). No mês de março, quando a temperatura estava mais elevada, foi capturado pouco mais da metade do total de exemplares. Quanto ao turno de coleta observou-se que no ponto controle as maiores capturas da espécie *P. valenciennis* ocorreram às 20:00 e às 12:00h (55 e 84% do total capturado, respectivamente), enquanto no ponto dos tanques-rede a maior captura da espécie ocorreu às 12:00 h (35%). Para *A. fasciatus* normalmente os maiores valores de captura ocorreram às 20:00h (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1. Variáveis ambientais da água nos dois pontos de coleta (T = tanques-rede; C=controle) nos diferentes meses amostrados no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, no Alto rio Uruguai, Brasil.

	Março		Junho		Agosto		Outubro	
	T	C	T	C	T	C	T	C
Temperatura (°C)	25,1	25,1	17,1	17,2	20,7	20	18,9	20,3
pH	7,94	8,0	6,8	6,8	7,5	7,8	6,8	6,4
Condutividade elétrica (µS/cm)	44,4	43,9	49,2	49,1	48,3	47,6	40,3	41,9
Oxigênio dissolvido (mg/l)	9,0	8,9	8,1	8,5	8,3	8,5	6,7	6,9
Nitrogênio Total (µg/l)	0,46	0,44	0,77	0,89	0,67	0,59	1,10	1,11
Amônia (µg/l)	0,0832	0,0004	0,0050	0,0025	0,0800	0,0082	0,0386	0,0075
Nitrito (µg/l)	2,99	2,06	2,58	1,96	3,40	3,30	2,58	2,68
Fósforo Total (µg/l)	--	19,5	17,4	15,7	--	14,76	24,76	16,67
Fósforo Total Dissolvido (µg/l)	51,5	5,4	14,3	11,5	12,0	11,5	17,6	13,7
Fosfato reativo (µg/l)	46,5	3,0	7,8	8,3	7,9	7,8	9,8	10,9

Tabela 2. Famílias, espécies, código e comprimento padrão (LS) máximo e mínimo da Ictiofauna associada capturada junto ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá e no ponto controle, no Alto rio Uruguai, Brasil, entre março e outubro de 2008.

Família	Espécie	Código	LS (mm) (mínimo-máximo)
Atherinidae	<i>Odontesthes aff. perugiae</i>	<i>Oper</i>	103-160
Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	<i>Afas</i>	42-131
	<i>Oligosarcus cf. jenynsii</i>	<i>Ojen</i>	116-245
	<i>Serrasalmus maculatus</i>	<i>Smac</i>	194
Cichlidae	<i>Crenicichla vittata</i>	<i>Cvit</i>	145-180
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hmal</i>	334-473
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	<i>Rque</i>	163-330
Loricariidae	<i>Cf. Rinelepis</i>	<i>CfRi</i>	210-264
	<i>Hypostomus comersonii</i>	<i>Hcom</i>	223
	<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	<i>Hisb</i>	175
	<i>Loricariichthys anus</i>	<i>Lanu</i>	70-301
Pimelodidae	<i>Iheringichthys labrosus</i>	<i>Ilab</i>	111-234
	<i>Parapimelodus valenciennis</i>	<i>Pval</i>	73-143
	<i>Pimelodus absconditus</i>	<i>Pabs</i>	222
	<i>Pimelodus maculatus</i>	<i>Pmac</i>	273

Através da análise de agrupamento foi possível observar a formação de dois grupos distintos (Fig. 2), um deles constituído pelas coletas de março (C1, T1) e junho (T2), e outro grupo que reuniu as coleta do mês de agosto (C3 e T3) ao grupo formado por C4 e T4 com C2. No mês de junho no ponto controle, foi capturado um cardume inteiro da espécie *Parapimelodus valenciennis* às 12:00 h na rede de fundo, que contribuiu com 57% da captura total da coleta (Tabela 3).

A análise canônica mostrou que as coletas 1 e 4 estiveram associadas a temperaturas mais elevadas, à maior disponibilidade de nutrientes e a uma maior abundância de espécies. A captura na coleta 2 no ponto controle e na coleta 3 foram realizadas quando a temperatura da água apresentou as menores temperaturas e com maiores valores de condutividade e oxigênio dissolvido (Fig. 3).

Na superfície o número de indivíduos capturados foi semelhante entre os pontos de coleta para o mesmo mês de coleta, condição não observada para as demais profundidades, o que indica que existe diferença entre o número de indivíduos capturados nos pontos amostrados nos estratos mais profundos (Fig. 4).

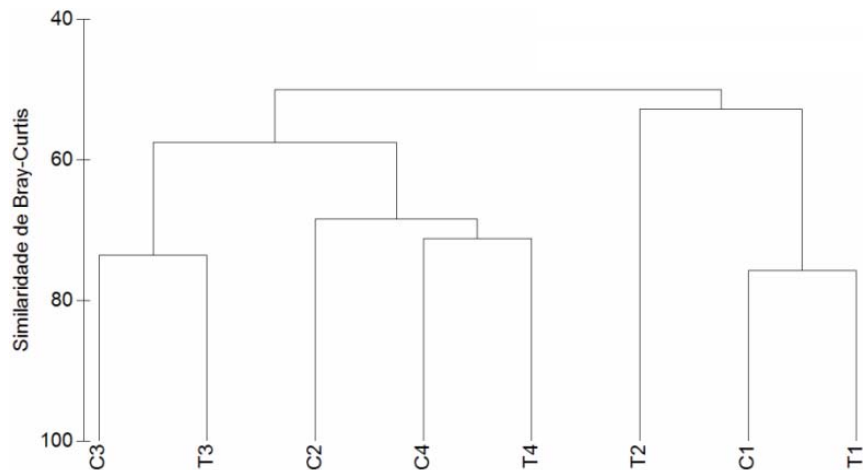


Fig. 2. Análise de agrupamento dos pontos de coleta (C=Ponto Controle e T=Tanque-rede) nos diferentes meses amostrados. (1= março; 2 = junho; 3 = agosto e 4 = outubro de 2008) no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Alto rio Uruguai, Brasil.

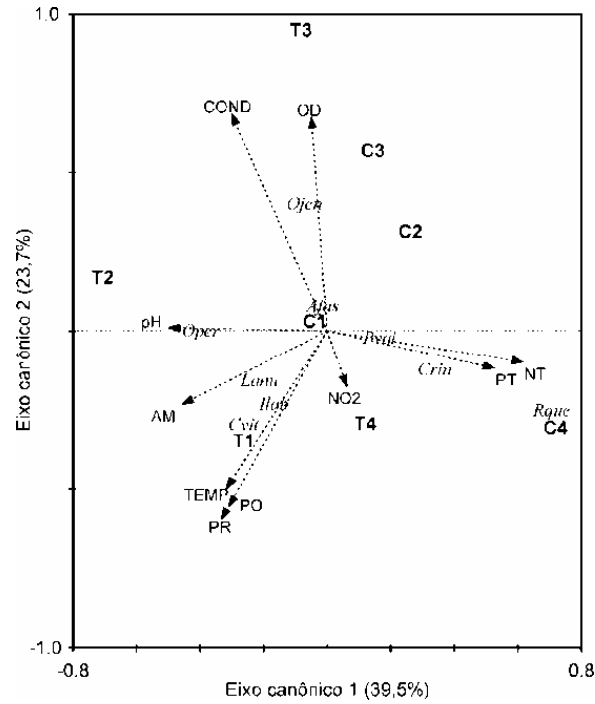


Fig. 3. Análise canônica da captura por unidade de esforço das diferentes espécies nos dois pontos de coleta e nos distintos períodos com a qualidade da água no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Alto rio Uruguai, Brasil. C = ponto controle; T = ponto dos tanques-rede. 1= março; 2 = junho; 3 = agosto e 4 = outubro de 2008. AM = amônia, COND = condutividade, OD = oxigênio dissolvido, pH = potencial hidrogeniônico, NT = nitrogênio total, PT = fósforo total, PO = fósforo total dissolvido, PR = fósforo reativo, TEMP = temperatura da água, Afas = *Astyanax fasciatus*, Crin = Cf. *Rinelepis*, Cvit = *Crenicichla vitatta*, Ilab = *Iheringthys labrosus*, Lanu = *Loricarichthys anus*, Ojen = *Oligosarcus jenynsii*, Oper = *Odontesthes perugiae*, Pval = *Parapimelodus valenciennis* e Rque = *Rhamdia quelen*.

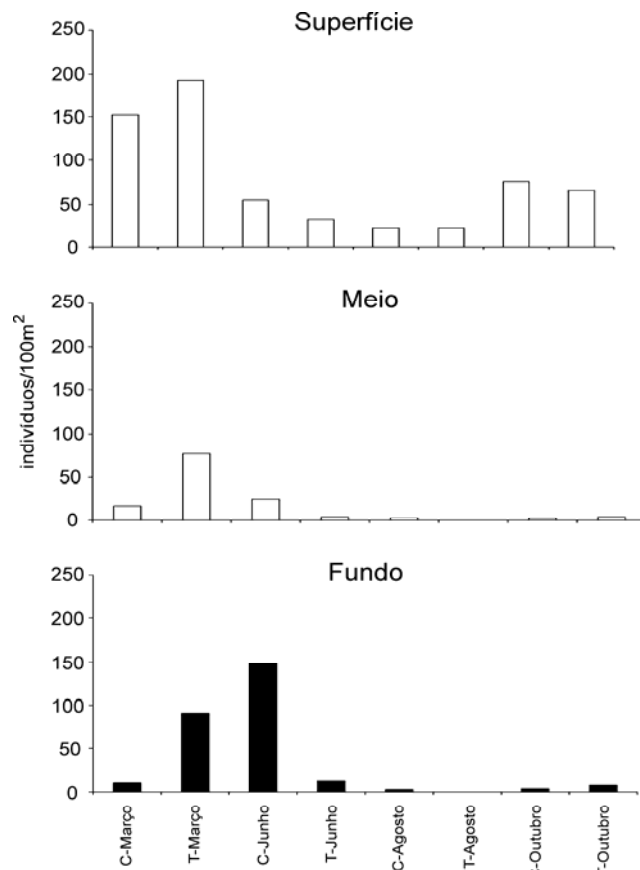


Fig. 4. Captura por unidade de esforço (indivíduos/100m²) da ictiofauna associada capturada no ponto controle (C) e junto aos tanques-rede (T) no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, Alto rio Uruguai, Brasil.

Tabela 3. Captura por unidade de esforço da ictiofauna associada a cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica Itá, nos diferentes pontos amostrados (C=Controle; T=Tanques-rede), profundidades, nos meses de março e junho e nos horários de revista das redes (4, 8, 12, 16, 20 e 24 h).

Captura	Março												Junho												Total
	C						T						C						T						
	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	
SUPERFÍCIE	48,8	1,2		26,2	56,0	20,2	8,3	16,7	39,3	51,2	69,0	8,3	1,2	11,9	15,5	2,4	11,9	13,1	2,4	16,7	10,7			3,6	434,5
<i>A. fasciatus</i>	44,0			21,4	35,7		2,4	16,7	35,7	47,6	59,5	2,4	1,2	11,9	15,5	2,4	11,9	8,3	1,2		3,6				321,4
<i>Cf. Rinelepis</i>							1,2																		1,2
<i>I. labrosus</i>												1,2													1,2
<i>L. anus</i>							2,4					1,2													3,6
<i>O. jenynsii</i>		1,2															4,8		1,2				2,4		9,5
<i>O. perugiae</i>				4,8					3,6	3,6										16,7	7,1		1,2		36,9
<i>P. absconditus</i>												1,2													1,2
<i>P. valenciennis</i>	4,8				20,2	20,2	2,4					6,0	4,8												58,3
<i>S. maculatus</i>												1,2												1,2	
MEIO		6,0	1,2		10,7			3,6	36,9	6,0	31,0		4,8	3,6	1,2	16,7				2,4	2,4			126,2	
<i>A. fasciatus</i>		2,4									20,2		1,2	1,2						2,4	1,2			28,6	
<i>H. comersonii</i>							1,2																	1,2	
<i>H. isbrueckeri</i>					1,2																			1,2	
<i>H. malabaricus</i>					1,2																			1,2	
<i>I. labrosus</i>					1,2		1,2	4,8			2,4													9,5	
<i>L. anus</i>		1,2			3,6		1,2	6,0	2,4	3,6					1,2									19,0	
<i>O. jenynsii</i>		1,2	1,2										2,4			1,2								6,0	
<i>O. perugiae</i>		1,2																						1,2	
<i>P. valenciennis</i>					3,6				26,2	3,6	4,8		1,2	1,2		16,7					1,2			58,3	
<i>R. quelen</i>																								0,0	
FUNDO		1,2		3,6	8,3			15,5	44,0	15,5	15,5	1,2			147,6	1,2		1,2	1,2	8,3	1,2	2,4		267,9	
<i>A. fasciatus</i>											1,2				6,0	1,2				1,2				9,5	
<i>C. vittata</i>					1,2						2,4													3,6	
<i>Cf. Rinelepis</i>		1,2			1,2																			2,4	
<i>H. malabaricus</i>												1,2												1,2	
<i>I. labrosus</i>				1,2	2,4		6,0	4,8	4,8	4,8											1,2			25,0	
<i>L. anus</i>				2,4	1,2		1,2	14,3	7,1	9,5									1,2		6,0	1,2	2,4	46,4	
<i>O. jenynsii</i>															1,2									1,2	
<i>P. maculatus</i>																					1,2			1,2	
<i>P. valenciennis</i>					2,4		8,3	23,8		1,2					140,5									176,2	
<i>R. quelen</i>									1,2															1,2	
TOTAL	48,8	8,3	1,2	29,8	75,0	20,2	8,3	35,7	120,2	72,6	115,5	9,5	1,2	16,7	166,7	4,8	28,6	13,1	2,4	17,9	14,3	10,7	4,8	2,4	828,6

Tabela 4. Captura por unidade de esforço da ictiofauna associada a cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica Itá, nos diferentes pontos amostrados (C=Controle; T=Tanques-rede), profundidades, nos meses de agosto e outubro e nos horários de revista das redes (4, 8, 12, 16, 20 e 24 h).

Captura	Agosto								Outubro								Total				
	C					T			C					T							
	4	8	12	16	20	4	8	20	4	8	12	16	20	24	4	8		12	16	20	24
SUPERFÍCIE	11,9	1,2	3,6	7,1		11,9	1,2	10,7	19,0		2,4	42,9	11,9	19,0	11,9		10,7	23,8	189,3		
<i>A. fasciatus</i>	4,8	1,2	1,2	7,1		10,7	1,2	8,3	1,2		2,4		8,3	1,2	1,2		1,2	1,2	51,2		
<i>Cf. Rinelepis</i>																					
<i>I. labrosus</i>																					
<i>L. anus</i>																					
<i>O. jenynsii</i>	2,4			1,2		1,2		1,2					1,2						1,2	8,3	
<i>O. perugiae</i>																					
<i>P. absconditus</i>																					
<i>P. valenciennis</i>	4,8			1,2				1,2	17,9			42,9	2,4	17,9	10,7			9,5	21,4	129,8	
<i>S. maculatus</i>																					
MEIO		2,4		1,2					1,2		1,2			2,4				1,2	1,2	10,7	
<i>A. fasciatus</i>																					
<i>H. comersonii</i>																					
<i>H. isbrueckeri</i>																					
<i>H. malabaricus</i>																					
<i>I. labrosus</i>		1,2									1,2									2,4	
<i>L. anus</i>														2,4				1,2	1,2	4,8	
<i>O. jenynsii</i>					1,2															1,2	
<i>O. perugiae</i>																					
<i>P. valenciennis</i>		1,2																		1,2	
<i>R. quelen</i>											1,2									1,2	
FUNDO		1,2	2,4						2,4	1,2	1,2			2,4	2,4	2,4	1,2		1,2	17,9	
<i>A. fasciatus</i>																					
<i>C. vittata</i>																					
<i>Cf. Rinelepis</i>											2,4									2,4	
<i>H. malabaricus</i>																					
<i>I. labrosus</i>																					
<i>L. anus</i>											1,2			2,4	2,4	2,4	1,2		1,2	10,7	
<i>O. jenynsii</i>																					
<i>P. maculatus</i>																					
<i>P. valenciennis</i>		1,2	2,4																	3,6	
<i>R. quelen</i>											1,2									1,2	
TOTAL	11,9	4,8	2,4	3,6	8,3	11,9	1,2	10,7	19,0	3,6	1,2	4,8	42,9	11,9	23,8	14,3	2,4	1,2	11,9	26,2	217,9

DISCUSSÃO

A temperatura da água foi um fator de influência na captura de peixes ao longo do período no local estudado devido à sua grande amplitude (17-25 °C), resultado semelhante ao encontrado por Valle et al. (2007), que considerou a amplitude de temperatura nas diferentes estações o principal fator para a sucessão temporária das espécies de peixes selvagens associadas ao cultivo de robalo-europeu (*Dicentrarchus labrax*) e da dourada (*Sparus aurata*) em sistema de tanques-rede no sudeste do mar Mediterrâneo. Segundo Madurell et al. (2004) a temperatura influencia fortemente a composição das assembléias de peixes em muitos ambientes.

No presente estudo não foi registrada diferença entre a abundância de peixes selvagens capturados no entorno do cultivo em tanques-rede e aquela obtida no ponto controle, no entanto houve diferença na distribuição espacial de algumas espécies, que só ocorreram em determinado ponto, o que sugere associação de algumas espécies com os tanques-rede.

O desperdício de ração é apontado como principal fator de atração de peixes livres para o entorno do cultivo em ambientes marinhos (BOYRA et al., 2004; DEMPSTER et al., 2002, 2004, 2005; FELSING et al., 2005; HAKANSON, 2005; SUDIRMAN et al., 2008; TUYA et al., 2005, 2006;), sendo comumente observado o consumo de pellets de ração pelos peixes selvagens livres, bem como o consumo de matéria orgânica na superfície do sedimento pelos peixes de fundo (TUYA et al., 2006; SUDIRMAN et al., 2008). Felsing et al. (2005) avaliando o efeito da exclusão da ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede em ambiente marinho raso concluíram que os peixes selvagens foram responsáveis pelo consumo de 40 a 60% dos nutrientes derivados do cultivo, ação que reduziu significativamente os impactos causados pela matéria orgânica particulada sobre a comunidade bentônica. Esses autores afirmaram ainda que existe um claro acúmulo de nutrientes abaixo dos tanques-rede quando a ictiofauna associada é excluída durante o período de cultivo.

Para Henrikson (1991) as fazendas aquáticas são um local de recrutamento de juvenis, pela quantidade de alimento disponível para consumo. Diversos estudos em água salgada demonstraram que quando instaladas as fazendas marinhas servem como áreas de concentração de diversas espécies de peixes, e que constituem importantes locais de desova e berçário (DEMPSTER et al., 2002, 2004, 2005; BOYRA et al., 2004; TUYA et al., 2005, 2006). Segundo Tuya et al. (2006) a razão pela qual os peixes se aproximam das fazendas de peixes é espécie-dependente, ou seja, muitas espécies são atraídas pela grande quantidade de alimento disponível, porém outras espécies se associam aos tanques-rede devido à atração exercida por sua estrutura. Segundo Castro et al. (2002) um dos componentes de atração mais importante é a estrutura flutuante que pode ser considerada como um refúgio contra predadores.

A cadeia alimentar formada pela ictiofauna associada ao cultivo em tanques-rede pode se estruturar em função de diversos fatores e não apenas pela sobra de ração. Beveridge (1984), destacou alguns destes fatores: (i) provisão de sombra abaixo das estruturas de cultivo, onde o zooplâncton é mais visível, (ii) referência de espaço para a orientação dos peixes ao seu redor, (iii) refúgio dos peixes pequenos contra seus predadores e (iv) os tanques-rede servem de substrato para o crescimento vegetal e animal. Alguns estudos destacam a presença de espécies atraídas por alguns destes fatores, tais como as carnívoras (predadoras) atraídas pela disponibilidade de peixes

menores (presas), as que se alimentam de “fouling” e as detritívoras, que se alimentam da matéria orgânica (sobras de ração, fezes, etc.) depositada na camada superior do sedimento (VALLE et al., 2007; SUDIRMAN et al., 2008; TUYA et al., 2006). As espécies de fundo ocorreram junto aos pontos dos tanques-rede no período quente e desapareceram no inverno, reaparecendo quando a temperatura da água começou a aumentar, o que indica uma relação entre o metabolismo dos tanques-rede e essas espécies.

No presente estudo pode-se concluir que a temperatura da água foi a principal fonte de alterações nas assembléias de peixes ao redor do cultivo de peixes em tanques-rede. Para as espécies abundantes não houve diferenças na captura nos distintos pontos amostrais, porém verificou-se maior presença das espécies *I. labrosus* e *L. anus* junto aos tanques-rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A. et al. Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-rede em reservatórios do rio Iguaçu. *Cad. Biod.*, Curitiba, v.2, n.2, p.1-9, 1999.
- AGOSTINHO, A.A. et al., 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM, 501 p.
- BEVERIDGE, M.C.M., 1984. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Fisheries Technical Paper, 1984. vol. 255 FAO. Rome. 131 pp. In: FELSING, M.; GLENCROSS, B.; TELFER, T. 2005. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. *Aquaculture*, Amsterdam, 243: 159– 174.
- BLACK, K.D. The environmental interactions associated with fish culture. In: Black, K.D., Pickering, A.D. (Eds.), *Biology of Farmed Fish*. Sheffield Academic Press, Sheffield, pp. 284–326, 1998.
- BOYRA, A. et al., 2004. Attraction of wild coastal fishes to na Atlantic subtropical Cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. *Environmental Biology of Fishes*, Dordrecht, 70: 393-401.
- CASTRO, J.J. et al., 2002. A general theory on fish aggregation to floating objects: na alternative to the meeting point hypothesis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 255-277.
- CARSS, D.N., 1990. Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture*, Amsterdam, 90: 29–40.
- DEMPSTER, T.D. et al., 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Marine Ecology Progress Series*, 242: 237-252.
- DEMPSTER, T.D. et al., 2004. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea cage fish farm. *Hydrobiologia*, 525(1-3): 245-248.
- DEMPSTER, T.D. et al., 2005. Vertical variability of wild fish aggregations around sea-cage fish farms in temperate marine environments. *Marine Ecology Progress Series*, 304: 15-29.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. 1978. *Methods for chemical analysis of freshwater*. (IBP Handbook, n. 8 2nd ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213 p.
- FELSING, M. et al., 2005. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. *Aquaculture*, Amsterdam, 243: 159– 174.
- HAKANSON, I., 2005. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish Cage farm emissions. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 10: 71-80.

- HENRIKSSON, S., 1991. Effects of farming on natural Baltic fish communities. In: Makinen, T. (Ed.), *Marine Aquaculture and Environment. Nordic Council of Ministers*, Copenhagen, PP. 85-104.
- HEVIA, M. et al. Modelling benthic deposition under fish cages. *Journal of Applied Ichthyology*, 12: 71– 74, 1996.
- JOHANSSON, T. et al. Direct flows of phosphorus and suspended matter from a fish farm to wild fish in Lake Southern Bullaren, Sweden. *Aquacultural Engineering*, 17: 111– 137, 1998.
- KOROLEFF, F. 1976. *Determination of nutrients*. In: GRASSHOFF, K., Ed. *Methods of sea water analysis*. Verlag. Chemie Weinheim., p. 117-181.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier, 1998. (Developments in environmental modelling: 20)
- MADURELL, T., CARTES, J.E., LABROPOULOU, M., 2004. Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Fisheries Research* 66, 245-260.
- PAPOUTSOGLU, S. et al. Environmental conditions at seacages, and ectoparasites on farmed European sea-bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), and gilthead sea-bream, *Sparus aurata* L., at two farms in Greece. *Aquaculture Research*, 27: 25– 34, 1996.
- PEARSON, T.H., BLACK, K.D., 2001. The environmental impact of marine fish cage culture. In: Black, K.D., 2001 (Ed.), *Environmental Impacts of Aquaculture*. *Sheffield Academic Press*, Sheffield, 2001. pp. 1– 31.
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R., 1960. A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, v. 125, p. 1-18.
- SUDIRMAN et al., 2008. Wild fish associated with tropical sea cage aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture*, Amsterdam (2008), doi:10.1016/j.aquaculture.2008.09.020
- TACON AGJ, FORSTER IP. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, Amsterdam, 226:181-189.
- TUYA, F. et al., 2005. Non-metric multivariate analysis of the demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and Sandy bottoms under influence of sea-cage fish farms. *Marine Biology*, 147, 1229-1237.
- TUYA, F. et al., 2006. Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology*, London, 69: 682-697.
- VALDERRAMA, J.C., 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marc. Chem.*, v. 10, p. 1109-122.
- VALLE, C. et al., 2007. Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, 72: 299-307.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. Third Edition. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

4. CAPÍTULO 2

DINÂMICA ALIMENTAR DE *ASTYANAX FASCIATUS* E *PARAPIMELODUS VALENCIENNIS* ASSOCIADOS A TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE ITÁ, ALTO RIO URUGUAI, BRASIL

Diet of *Astyanax fasciatus* and *Parapimelodus valenciennis* associated to cage fish culture at the reservoir of the Itá Hydroelectric Power Plant, Brazil

Michele Cavalheiro Nunes^{1,2}, Alex Pires de Oliveira Nuñez²

¹Bolsista CAPES - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura; Universidade Federal de Santa Catarina ; Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis/SC, CEP 88040-900, michynunes@yahoo.com.br

²Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce; Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406 nº 3532, Florianópolis/SC, CEP 88066-000

RESUMO

A dieta de *Astyanax fasciatus* e de *Parapimelodus valenciennis* foi avaliada em espécimes capturados no entorno do cultivo de peixes em tanques-rede e em um ponto controle no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, no alto rio Uruguai. Para tanto, um conjunto de redes malhadeiras com oito tamanhos diferentes de malha, dispostas em seqüência aleatória, foi utilizado para a coleta de amostras dessas espécies na superfície, meio e fundo da coluna d'água dos ambientes pelo período de 24 horas. As redes foram revisadas a cada quatro horas, quando foram registradas as condições físicas e químicas da água. Após a biometria o conteúdo estomacal das espécies foi avaliado pelos métodos da frequência de ocorrência e volumétrico, sendo também calculado o Índice Alimentar (IAi). As duas espécies representaram 80% da captura total e apresentaram uma dieta zooplânctívora. *A. fasciatus* mostrou maior consumo de Copepoda, e se distribuiu somente na superfície da água enquanto *P. valenciennis* apresentou seletividade para Cladocera e se distribuiu em toda a coluna d'água. Para essa espécie indivíduos de maior porte foram capturados no meio e no fundo da coluna d'água e próximos aos tanques-rede, caracterizando a influência do cultivo em tanques-rede sobre os indivíduos desta espécie presentes na ictiofauna associada.

Palavras-chave: dieta, ictiofauna associada; tanques-rede; rio Uruguai.

ABSTRACT

The diet of wild *Astyanax fasciatus* and *Parapimelodus valenciennis* associated to fish culture in cages was evaluated in the reservoir of Itá Hydroelectric Power Plant, in the high area of the river Uruguay. A group of gillnets with eight different sizes of mesh, disposed in random sequence, were used to take samples in the surface, middle and bottom of the water for a 24-h period in a point near the cages and in a control site. The nets were checked every four hours, when the physical and chemical conditions of the water were also registered. After the biometry the stomach contents of the species were evaluated by the frequency of occurrence and volumetric methods and the Alimentary Index was also calculated. These two species represented 80% of the total capture and presented a zooplanktivorous diet. *A. fasciatus* showed preference for the consumption of Copepoda and was only captured in the surface of the water while *P. valenciennis* presented selectivity for Cladocera and was captured in all depths. For that species individuals of larger body size were captured at the middle and bottom water column and close to cages, characterizing the influence of the cage cultivation on the wild individuals of this species.

Keywords: diet; wild fish fauna; cage aquaculture; Uruguay River.

INTRODUÇÃO

A alimentação dos peixes pode ser influenciada por diversos fatores ambientais, tais como as variações do regime hidrológico e a luminosidade ao longo do dia (WELCOMME, 1979; WOOTON, 1990). Além disso, são conhecidas diversas variações espaciais e sazonais na composição dos itens alimentares decorrentes da qualidade e da quantidade de alimento disponível.

Os principais recursos nutricionais consumidos pela ictiofauna em reservatórios são os de origem interna, como o zooplâncton, os insetos e outros invertebrados aquáticos, os detritos e os peixes (AGOSTINHO *et al.*, 2007) Sendo assim a produção de peixes está diretamente ligada à produtividade interna desses ambientes, de modo que qualquer fator que contribua para o aumento dessa produtividade poderá influenciar a produção piscícola.

O aporte de matéria orgânica e de nutrientes advindos do cultivo de peixes em tanques-rede em reservatórios é um fator desse tipo, que pode promover mudanças nas populações das espécies de peixes selvagens do entorno dos tanques-rede, principalmente naquelas consideradas oportunistas, com reflexos na densidade, na relação predador-presa e na incidência de parasitas e doenças. Já ao nível de população, são esperadas alterações na dieta e na condição nutricional dos indivíduos (AGOSTINHO *et al.*, 1999).

Diversos estudos têm sido realizados em água salgada para avaliar o efeito do cultivo em tanques-rede sobre o comportamento e a alimentação das populações selvagens de peixes, que se deslocam em direção às fazendas marinhas atraídas pelo alimento disponível, sendo amplamente reportado o consumo ativo das sobras de ração oriundas do cultivo de peixes (BOYRA *et al.*, 2004; DEMPSTER *et al.*, 2004; VALLE *et al.*, 2007; SUDIRMAN *et al.*, 2008).

Para ambientes de água doce, no entanto, não existe informação disponível sobre as possíveis alterações na alimentação e na dieta das espécies selvagens de peixes relacionadas a esse sistema de cultivo.

Entre as espécies capturadas na ictiofauna associada ao cultivo em tanques-rede no período compreendido entre os meses de março e outubro de 2008 no reservatório de Itá, merecem destaque o lambari, *Astyanax fasciatus* e o mandi-chorão, *Parapimelodus valenciennis*, que juntos somaram 80% da captura total, razão principal pelo qual foram eleitos para o presente estudo. A primeira espécie é um dos lambaris mais abundantes nos reservatórios da região sul do Brasil (ARCIFA *et al.*, 1991; CASTRO & ARCIFA, 1987; CASSEMIRO *et al.*, 2002; HARTZ, *et al.*, 1996; NOMURA, 1975), já para *Parapimelodus valenciennis* é notável a ausência de estudos publicados, sobretudo sobre a alimentação da espécie.

Neste contexto, o presente estudo avaliou a influência do cultivo de peixes em tanques-rede sobre a dieta de duas espécies de peixes selvagens no reservatório da Usina Hidrelétrica Itá, com o objetivo de responder as seguintes questões:

1. A dieta dessas espécies difere nos diferentes pontos de coleta?
2. Existe diferença na alimentação dessas espécies ao longo do período estudado?

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragens

Em uma baía do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá (UHE Itá), no alto rio Uruguai, se encontram instalados 33 tanques-rede de 4 e de 8 m³, onde estão sendo conduzidos diversos estudos para analisar o desempenho das espécies nativas *Rhamdia quelen*, *Salminus brasiliensis* e *Steindachneridion scriptum* nesta modalidade de cultivo. Em dezembro de 2007 foi estocada uma biomassa inicial total de 513,4 Kg de peixes, que foi alimentada duas vezes ao dia com ração comercial extrusada fornecida em comedouros flutuantes. A alimentação para *R. quelen* e *S. scriptum* vem sendo ofertada até a saciedade aparente dos peixes e para *S. brasiliensis* a ração vem sendo fornecida a uma taxa de 3 a 5% da biomassa, sendo que as sobras de ração são removidas em todas as unidades de cultivo.

As coletas da ictiofauna associada foram realizadas bimestralmente entre março e outubro de 2008, em um ponto próximo aos tanques-rede (ponto T; 27°17'09" S; 52°20'26" O) e em uma baía próxima ao cultivo, sem influência deste, que serviu como ponto controle (ponto C, 27°18'17,9" S; 52°21'25" O) (Figura 1). Nestes pontos foram instalados três conjuntos de redes de espera tipo malhadeira, compostos por redes de oito diferentes tamanhos de malha (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 cm entre-nós), dispostas em seqüência aleatória. Esses conjuntos foram fixados na superfície, no meio e no fundo da coluna d'água, a aproximadamente 0,30m de distância do fundo, e permaneceram na água por 24 horas. As redes foram revisadas a cada quatro horas momento no qual algumas variáveis físicas e químicas da água foram coletadas em campo ou amostradas para análise posterior. Os exemplares pertencentes às espécies *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis* foram submetidos à biometria e receberam avaliação do grau de repleção (GR), tendo seus estômagos fixados em formalina 4% e conservados em álcool 70% para posterior análise da dieta.

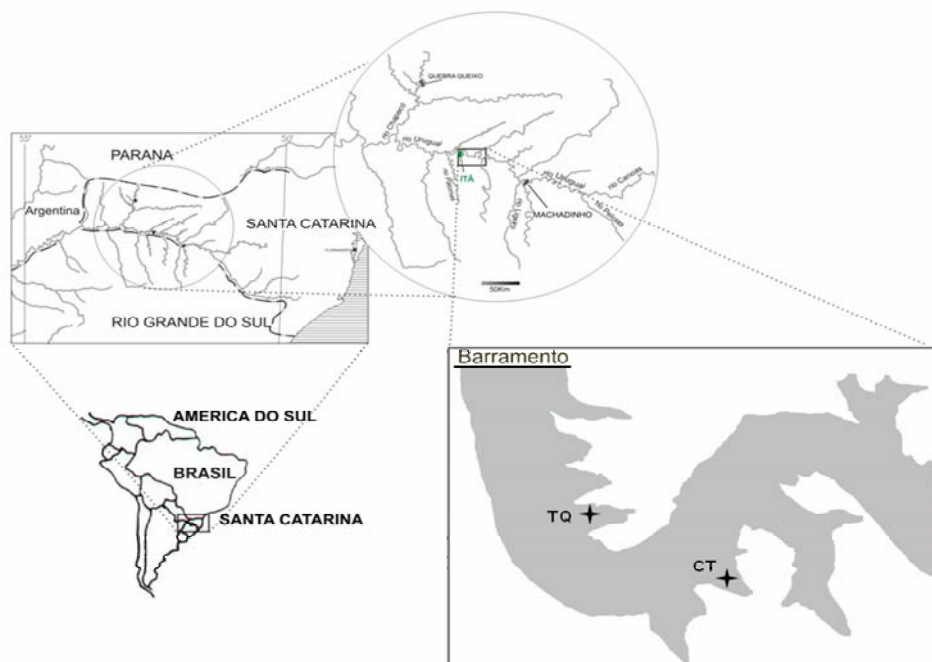


Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta (T=Tanques-rede e C=Controle) no reservatório da UHE Itá.

Análise da dieta

O conteúdo gástrico foi analisado em laboratório, através do método da frequência de ocorrência e do método volumétrico (HYSLOP, 1980) através da compressão do material com lâmina de vidro sobre placa milimetrada com barras de metal de altura conhecida (1,0 mm). O conteúdo foi então analisado em estereomicroscópio e o resultado convertido em mililitros de acordo com Hellawell & Abel (1971). Após a identificação os recursos alimentares foram agrupados nos seguintes grandes grupos: zooplâncton (cladóceros, copépodos, rotíferos e restos de zooplâncton), inseto (insetos adultos, larvas, ninfas e pupas), peixe (escamas e resto de peixe), sedimento/detrito (matéria orgânica digerida, muco e sedimento/detrito), vegetal (algas e vegetais superiores) e outros invertebrados (moluscos bivalves, nematóides e oligoquetas).

Posteriormente os recursos alimentares presentes nos estômagos foram combinados para o cálculo do Índice Alimentar (IA_i) segundo o método proposto por Kawakami & Vazzoler (1980), expresso em porcentagem.

Variáveis limnológicas

Algumas das variáveis ambientais da água, tais como a temperatura, o pH, a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e a concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) foram medidos diretamente no ambiente com equipamentos YSI, e as concentrações de nitrogênio total ($\mu\text{g}/\text{l}$) e fósforo total ($\mu\text{g}/\text{l}$) foram analisadas segundo metodologia descrita por Valderrama (1981), de amônia total ($\mu\text{g}/\text{l}$) conforme Koroleff (1976), de nitrito ($\mu\text{g}/\text{l}$) de acordo com Golterman *et al.* (1978) e de fósforo total dissolvido ($\mu\text{g}/\text{l}$) e fosfato reativo ($\mu\text{g}/\text{l}$) segundo Strickland & Parsons (1960). Os valores dessas variáveis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis limnológicas nos dois pontos de coleta (T=Ponto dos tanques-rede, C=controle) nos diferentes meses amostrados no reservatório da usina hidrelétrica de Itá.

	Março		Junho		Agosto		Outubro	
	T	C	T	C	T	C	T	C
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	25,1	25,1	17,1	17,2	20,7	20	18,9	20,3
pH	7,94	8,0	6,8	6,8	7,5	7,8	6,8	6,4
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	44,4	43,9	49,2	49,1	48,3	47,6	40,3	41,9
Oxigênio dissolvido (mg/l)	9,0	8,9	8,1	8,5	8,3	8,5	6,7	6,9
Nitrogênio Total ($\mu\text{g}/\text{l}$)	0,46	0,44	0,77	0,89	0,67	0,59	1,10	1,11
Amônia ($\mu\text{g}/\text{l}$)	0,0832	0,0004	0,0050	0,0025	0,0800	0,0082	0,0386	0,0075
Nitrito ($\mu\text{g}/\text{l}$)	2,99	2,06	2,58	1,96	3,40	3,30	2,58	2,68
Fósforo Total ($\mu\text{g}/\text{l}$)	--	19,5	17,4	15,7	--	14,76	24,76	16,67
Fósforo Total Dissolvido ($\mu\text{g}/\text{l}$)	51,5	5,4	14,3	11,5	12,0	11,5	17,6	13,7
Fosfato reativo ($\mu\text{g}/\text{l}$)	46,5	3,0	7,8	8,3	7,9	7,8	9,8	10,9

Análise estatística

Para a comparação do comprimento padrão das espécies nos diferentes pontos de coleta foi aplicado o teste t (ZAR, 1996).

RESULTADOS

As variáveis de qualidade da água apresentaram diferença entre os pontos amostrados no mês de março, quando a temperatura e as concentrações de amônia total, fósforo total dissolvido e fosfato reativo nos tanques-rede foram superiores aos registrados no ponto controle (Tabela 1). Nos meses mais frios a qualidade da água permaneceu similar entre os diferentes pontos amostrados.

Durante o período estudado foram capturados 837 indivíduos/100m² das duas espécies em estudo, que apresentaram um padrão de inversão na captura ao longo das coletas, com *A. fasciatus* predominando nas coletas de março e agosto e *P. valenciennis* nas coletas de junho e outubro de 2008 (Figura 1).

Para *Parapimelodus valenciennis* foi registrada uma nítida diferença entre o comprimento padrão e o peso médio dos indivíduos capturados nos diferentes pontos. Enquanto o ponto controle abrigou indivíduos menores e mais homogêneos, no ponto próximo aos tanques-rede, os peixes eram maiores e se distribuíram em classes de tamanho ao longo da coluna d'água, onde os indivíduos maiores foram capturados no fundo, os médios no meio de coluna d'água e os menores na superfície (Figura 2).

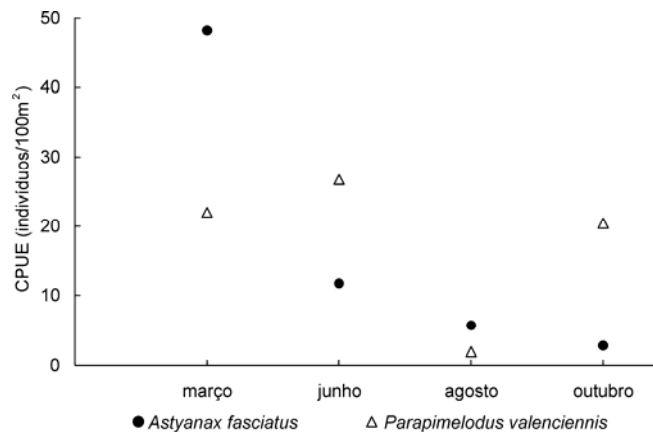


Figura 1. Captura por unidade de esforço (CPUE) de *Astyanax fasciatus* e de *Parapimelodus valenciennis* nos diferentes meses de coleta nos pontos de coleta do reservatório da usina hidrelétrica de Itá.

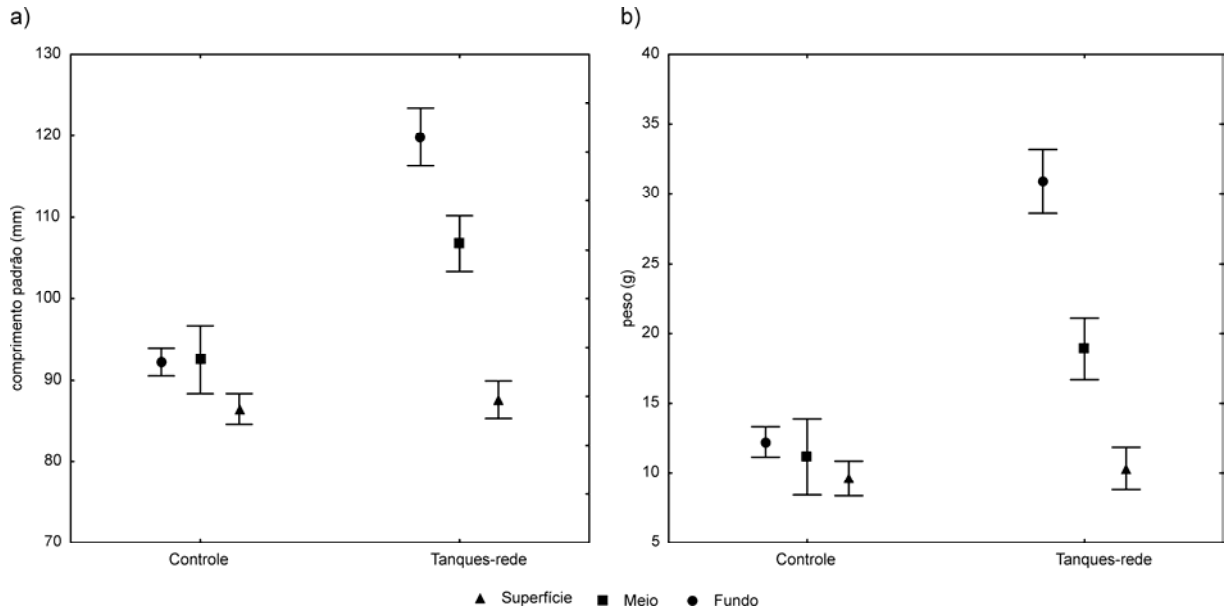


Figura 2. Tamanho médio de *Parapimelodus valenciennis* na superfície, no meio e no fundo dos diferentes pontos de coleta a). Comprimento padrão (mm). b) Peso médio (g). As barras indicam o intervalo de confiança da média.

Astyanax fasciatus apresentou um comportamento alimentar mais generalista em ambos os pontos de coleta, explorando além do zooplâncton diversos recursos com considerável importância alimentar, tais como: escamas, insetos, algas, vegetais superiores, muco e detrito/sedimento (Figura 2). De modo geral, o recurso com maior importância foi o zooplâncton, em especial os Copepoda, para os quais o IAI foi superior a 80% no ponto controle e acima de 60% no ponto dos tanques-rede. Neste ponto os recursos Cladocera e vegetal superior, quando comparados ao controle também apresentaram maior importância (Tabela 2). Quanto à sazonalidade verificou-se que Copepoda foi o recurso mais importante na primeira coleta, provavelmente devido à disponibilidade no ambiente, sendo que nas coletas seguintes a espécie passou a explorar outros recursos (vegetal, muco, sedimento/detrito e Cladocera). O principal recurso consumido pelos indivíduos de maior tamanho foi o vegetal (Tabela 2).

Parapimelodus valenciennis apresentou uma considerável preferência pelo consumo de Cladocera, sendo que na Tabela 2 é possível verificar que houve uma tendência de equilíbrio entre a importância de Cladocera e Copepoda no ponto dos tanques-rede. Também foi possível observar que entre os indivíduos capturados nas diferentes classes de tamanho foi registrada maior importância dos Copepoda nos indivíduos maiores. Quanto à sazonalidade, observou-se que na terceira coleta, onde a temperatura mais baixa do período estudado foi registrada, houve uma clara tendência de equilíbrio na importância dos itens Cladocera e Copepoda, registrando-se um IAI de 55% para Cladocera, que apresentou mais de 90% de importância nas demais coletas.

Tabela 2. Índice Alimentar (%) dos diferentes recursos alimentares explorados por *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis* nos dois pontos de coleta (C=Controle; T=Tanque-rede), nas diferentes coletas (1=março; 2=junho; 3=agosto e 4=outubro de 2008) e de acordo com as classes de comprimento padrão (mm) estabelecidas. Os valores sublinhados destacam os recursos com IAI superior a 10%.

Recurso Alimentar	<i>Astyanax fasciatus</i>									<i>Parapimelodus valenciennis</i>								
	Ponto		Coleta				Comprimento			Ponto		Coleta				Comprimento		
	C	T	1	2	3	4	<72	73-131	>132	C	T	1	2	3	4	<90	91-120	>121
Cladocera	<u>12,94</u>	<u>22,45</u>	<u>19,88</u>	8,92	3,90	<u>14,77</u>	<u>24,97</u>	<u>18,67</u>	0,11	<u>86,74</u>	<u>52,45</u>	<u>91,55</u>	<u>92,17</u>	<u>55,83</u>	<u>98,58</u>	<u>86,44</u>	<u>58,44</u>	15,41
Copepoda	<u>81,17</u>	<u>64,12</u>	<u>77,65</u>	<u>26,79</u>	<u>40,22</u>	5,42	<u>65,84</u>	<u>77,30</u>	0,89	<u>12,69</u>	<u>45,63</u>	0,68	0,08	<u>42,98</u>	0,85	<u>13,09</u>	<u>40,20</u>	<u>73,29</u>
Resto de zooplâncton	0,58	0,06		8,36	0,61	3,24		0,17	0,79	0,13	0,11	0,14		1,09	0,07	0,17	0,05	0,09
Inseto adulto	0,85	1,31	0,29	3,96	4,28	<u>17,63</u>	2,55	0,38	<u>17,61</u>		0,28	0,80	0,08		0,10	0,02	0,21	0,19
Inseto imaturo	0,01	0,01	0,01	0,15				0,01		0,09	0,14	0,01	0,12			0,08	0,04	0,77
Escama	0,17	0,16	0,11	0,35		4,32	2,55	0,10	0,25	0,01		0,04					0,01	
Mollusca (Bivalvia)												0,04	0,01		0,01			
Crustacea				0,01														
Nematoda									0,01									
Alga	0,06	1,98	0,89	0,26	0,05	1,74	4,00	0,61	0,90	0,26	0,16	5,74	0,72	0,10	0,03	0,14	0,29	0,41
Vegetal superior	1,60	7,89	0,47	<u>17,89</u>	<u>48,81</u>	<u>19,51</u>	0,09	0,93	<u>74,36</u>		0,04	0,14	6,81		0,02		0,08	
Matéria orgânica	0,07	0,04		0,07	1,76	0,70		0,04	0,32									
Muco	1,28	1,45	0,55	<u>15,11</u>	0,22	<u>15,12</u>		1,24	0,75	0,05	1,04	0,86	0,01		0,34	0,03	0,39	9,83
Detrito/Sedimento	1,28	0,54	0,13	<u>18,13</u>	0,15	<u>17,56</u>		0,54	4,02	0,02	0,17				0,02	0,29		

DISCUSSÃO

De maneira geral, dentre os recursos alimentares consumidos, o zooplâncton destacou-se nas duas espécies estudadas, com um IAI superior à 80%. Dietas menos diversificadas sugerem elevado oportunismo, ou seja, estas espécies tiram vantagem de uma situação em que um alimento não usual torna-se abundante (GERKING, 1994).

Embora a abundância de microcrustáceos não esteja ainda descrita neste ambiente, a população de peixes planctófagos em ambientes represados aumenta pela maior disponibilidade de fitoplâncton e conseqüentemente do zooplâncton, (HAHN et al., 1998; CASSEMIRO et al, 2002). Estes recursos por sua vez são efêmeros ou mesmo inexistentes em ambientes lóticos (CASTRO & ARCIFA, 1987; MARZORF, 1990; O'BRIEN, 1990; CASSEMIRO, 2003). Segundo Demir (2001), que avaliou a influência de um cultivo de trutas em tanques-rede sobre a qualidade da água em um reservatório na Turquia, a abundância do fitoplâncton, do zooplâncton e da bentofauna foi maior nas áreas de cultivo em tanques-rede.

Ainda que alguns autores ressaltem a ausência de espécies pré-adaptadas a explorar a elevada biomassa de plâncton, em reservatórios do alto rio Paraná (AGOSTINHO et al., 1999; GOMES e MIRANDA, 2001), no reservatório de Itá ambas as espécies focadas neste estudo apresentaram um aumento em seus estoques após o enchimento do reservatório e apresentaram uma clara tendência ao consumo de zooplâncton, explorando ativamente distintos táxons planctônicos, resultados semelhantes foram obtidos por Lansac-Tôha et al. (1991), com a espécie *Hypophthalmus edentatus* no reservatório de Itaipu.

O hábito registrado para o lambari *Astyanax fasciatus* de consumir diversos recursos alimentares além do zooplâncton tais como: escamas, insetos, algas, vegetais superiores, muco e detrito/sedimento, já foi registrado por outros autores (NOMURA, 1975; ARCIFA et al., 1991; HARTZ et al., 1996), além do registro de herbivoria desta espécie e de outras espécies do mesmo gênero em ambiente represado (CASSEMIRO et al., 2002; HANH & CRIPPA, 2002; VONO, 2002).

Devido ao sistema de alimentação utilizado nos tanques-rede, com comedouros e recolhimento das sobras de ração, não foram encontradas sobras de ração no conteúdo estomacal das espécies estudadas. Porém o desperdício de ração é apontado como um dos principais fatores de atração de peixes livres para o entorno do cultivo em ambientes marinhos (BOYRA et al., 2004; DEMPSTER et al., 2004; FELSING, et al., 2005; HAKANSON, L., 2005; SUDIRMAN et al., 2008; TUYA, et al., 2005, 2006), sendo comumente observado o consumo de pellets de ração pelos peixes selvagens livres e o consumo da matéria orgânica na superfície do sedimento pelos peixes de fundo (TUYA et al., 2006; SUDIRMAN et al., 2008).

Concluiu-se, portanto, no presente estudo que o cultivo em tanques-rede provocou alterações principalmente na abundância de espécies de peixes zooplanctófagos de pequeno porte, muito provavelmente atraídos pela maior disponibilidade de alimento, e para a espécie *Parapimelodus valenciennis* o fato de indivíduos maiores se distribuírem mais no meio e no fundo da coluna d'água abaixo dos tanques-rede sugere que a disponibilidade de alimento adequado para essa espécie é maior nesse local, estando portanto relacionada ao cultivo em tanques-rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A. et al. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds) Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socio-econômicos. Maringá: EDUEM, 1997.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-rede em reservatórios do rio Iguaçu. *Cad. Biod.*, Curitiba, v.2, n.2, p.1-9, 1999.
- AGOSTINHO, A.A. et al. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*, Maringá: EDUEM, 2007.
- ARCIFA, M.S. et al. Interactive ecology of two choabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. *J. Prop. Ecol.*, Ribeirão Preto, 7:257-268, 1991.
- BOYRA, A. et al. Attraction of wild coastal fishes to an Atlantic subtropical Cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. *Environ. Biol. Fishes*, Dordrecht, 70: 393-401, 2004.
- CASSEMIRO, F.A. da S. et al. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v.24, n.2, p. 419-425, 2002.
- CASSEMIRO, F.A. da S. et al. Diet and trophic ecomorphology of the silverside, *Odontesthes bonariensis*, of the Salto Caxias reservoir, rio Iguaçu, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, 1(2):127-131, 2003.
- CASTRO, R.M.C. & ARCIFA, M.S. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 47 (4):493-500, 1987.
- DEMIR, N. et al. Influence of trout cage culture on water quality, plankton and benthos in an anatolian dam lake. *The Israeli Journal of Aquaculture*, Bamidgeh 53(3-4):115-127, 2001.
- DEMPSTER, TD. et al. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea cage fish farm. *Hydrobiologia*, 525(1-3): 245-248, 2004.
- FELSING, M., GLENSCROSS, B., TELFER, T. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. *Aquaculture* 243: 159– 174, 2005.
- GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. London: Academic Press, 1994. 416p., 2005.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. *Methods for chemical analysis of freshwater*. (IBP Handbook, n. 8 2nd ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213 p., 1978.
- GOMES, L.C.; MIRANDA, L.E. Riverine characteristics dictate composition of fish assemblages and limit fisheries in reservoirs of the upper Paraná river basin. *Rivers Res. Manag.*, Chichester, v.17, n.1, p.67-76, 2001.
- HAHN, N.S. & CRIPPA, V.E.L. Ecologia Trófica. In.: SUZUKI, H.I. et al. (Ed.). *A ictiofauna de pequenos reservatórios do Estado do Paraná*. EDUEM, Maringá; cap. I, 2002.
- HAHN, N.S. et al. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipú (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciencia*, Caracas, Vol. 23, Nº 5, Set-Out 1998.
- HAKANSON, I. 2005. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish Cage farm emissions. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 10: 71-80.
- HARTZ, S.M. et al. Alimentação das espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854 ocorrentes na Lagoa Caconde, RS, Brasil (Teleostei, Characidae). *Revista Unimar*, Maringá, v.18, n.2, p.269-281, 1996.

- HELLAWELL, J.M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish Biol.*, London, v.3, p.29-37, 1971.
- HYSLOP, E.J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. London: *J. Fish Biol.*, London, 17: 411-429, 1980.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29: 205-207, 1980.
- KOROLEFF, F. *Determination of nutrients*. In: GRASSHOFF, K., Ed. *Methods of sea water analysis*. Verlag. Chemie Weinheim., 1976. p. 117-181.
- LANSAC-TÔHA, F.A. et al. Composição da dieta alimentar de *Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829 (Pisces, Hypophthalmidae) no reservatório de Itaipu e no rio Ocoí. *Revista Unimar*, Maringá, v.13, n.2, p.147-162, 1991.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier, 1998. (Developments in environmental modelling: 20)
- MARZORF, G.R. Reservoirs as environments for Zooplankton. In.: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L. e PAYNE, F.E. (Eds.) *Reservoir Limnology: Ecology Perspectives*. New York, 246p., 1990.
- NOMURA, H. Alimentação de três species de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) do Rio Mogi Guaçu, SP. *Rev. Brasil. Biol.*, Rio de Janeiro, 35(4):595-614, 1975.
- O'BRIEN, W.J. Perspectives on Fish in Reservoir Limnology. In.: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L. e PAYNE, F.E. (Eds.) *Reservoir Limnology: Ecology Perspectives*, New York, 246p., 1990.
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, v. 125, p. 1-18, 1960.
- SUDIRMAN, et al., Wild fish associated with tropical sea cage aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture*, Amsterdam, (2008), doi:10.1016/j.aquaculture.2008.09.020
- TUYA, F. et al., Non-metric multivariate analysis of the demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and Sandy bottoms under influence of sea-cage fish farms. *Marine Biology*, 147, 1229-1237, 2005.
- TUYA, F. et al., Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology*, London, 69, 682-697, 2006.
- VALDERRAMA, J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marc. Chem.*, v. 10, p. 1109-122, 1981.
- VALLE, C. et al., Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, 72: 299-307, 2007.
- VONO, V. *Efeitos da implantação de duas barragens sobre a estrutura da comunidade de peixes do rio Araguari (bacia do alto Paraná, MG)*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. In.: CASSEMIRO, F.A. da S.; HAHN, N.S. e FUGI, R. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v.24, n.2, p. 419-425, 2002.
- WELCOMME, R.L. *Fisheries ecology of foodplain Rivers*. London, Longman, 317 p., 1979.
- WOOTON, R.J. *Ecology of teleost fishes*. London, Chapman & Hall. 404 p., 1990.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. Third Edition. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A temperatura da água durante o período analisado apresentou queda acentuada da coleta de março para a de junho, condição freqüente na região que apresenta severos reflexos na captura.

O impacto do cultivo em tanques-rede sobre a ictiofauna associada foi verificado através do tamanho dos indivíduos de espécie *Parapimelodus valenciennis* sendo que a captura de espécies de fundo esteve relacionada a períodos mais quentes.

Quanto à alimentação, observou-se que as duas espécies dominantes no ambiente, *Astyanax fasciatus* e *Parapimelodus valenciennis*, são zooplanctófagas,

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- ABELHA, M.C.F. et al. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.23, n.2, p. 425-434, 2001.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-rede em reservatórios do rio Iguaçu. **Cad. Biod.**, Curitiba, v.2, n.2, p.1-9, 1999.
- AGOSTINHO, A.A. et al. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007.
- ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.E. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, baixo rio Tietê, SP). In: NOGUEIRA, M. G. et al. **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima, cap. 14, p.329-347, 2005.
- BEVERIDGE, M.C.M. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Fisheries Technical Paper, vol. 255 FAO. Rome. 131 pp., 1984. In: FELSING, M.; GLENCROSS, B.; TELFER, T. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. **Aquaculture**, Amsterdam, 243: 159– 174, 2005.
- BLACK, K.D. The environmental interactions associated with fish culture. In: Black, K.D., Pickering, A.D. (Eds.), **Biology of Farmed Fish**. **Sheffield Academic Press**, Sheffield, pp. 284–326, 1998.
- BORGHETTI, N. R.; OSTRENSKI, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces do Brasil**. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. P. 451-473.
- BOYRA, A. et al. Attraction of wild coastal fishes to na Atlantic subtropical Cage fish farms, Gran Canaria, Canary Islands. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, 70: 393-401, 2004.
- BROL, F. F. **Influência do cultivo de Brycon orbignyanus em tanques-rede sobre a qualidade da água do reservatório da Usina Hidrelétrica Machadinho**. 2006. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BURBRIDGE, P. et al. Social and economic policy issues relevant to marine aquaculture. **Journal of applied Ichthyology**, 17:194-206, 2001.
- CARSS, D.N. Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. **Aquaculture**, Amsterdam, 90, 29–40. 1990.
- DEMPSTER, T.D. et al. Attration of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. **Marine Ecology Progress Series** 242: 237-252, 2002.
- DEMPSTER, T.D. et al. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea cage fish farm. **Hydrobiologia**, 525(1-3): 245-248, 2004.
- DEMPSTER, T.D. et al. Vertical variability of wild fish aggregations around sea-cage fish farms in temperate marine environments. **Marine Ecology Progress Series** 304: 15-29, 2005.
- FAO. **Estado Mundial da Pesca e Aquicultura em 2002**. Rome: FAO (Itália, Roma). Disponível em: <http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=topic&fid=2013>. Acesso em 27 de agosto de 2007.
- FELSING, M.; GLENCROSS, B.; TELFER, T. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. **Aquaculture**, Amsterdam, 243: 159– 174, 2005.
- GOMES, L.C. et al. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazônica**, 34 n.1, 111-113, 2004.

- HEVIA, M. et al. Modelling benthic deposition under fish cages. **Journal of Applied Ichthyology**, 12: 71– 74, 1996.
- JOHANSSON, T. et al. Direct flows of phosphorus and suspended matter from a fish farm to wild fish in Lake Southern Bullaren, Sweden. **Aquacultural Engineering**, 17: 111– 137, 1998.
- LIN, C. K., YI, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture**, Amsterdam, 226: 57-68, 2003.
- MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E. O suruvi, *Steindachneridion scripta* Ribeiro, 1918, como espécie alternativa para a piscicultura sul brasileira. In.: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2000, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2000.
- PAPOUTSOGLOU, S. et al. Environmental conditions at seacages, and ectoparasites on farmed European sea-bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), and gilthead sea-bream, *Sparus aurata* L., at two farms in Greece. **Aquaculture Research**, 27: 25– 34, 1996.
- PEARSON, T.H., BLACK, K.D. The environmental impact of marine fish cage culture. In: Black, K.D. (Ed.), *Environmental Impacts of Aquaculture*. **Sheffield Academic Press**, Sheffield, pp. 1– 31, 2001.
- PHILLIPS, M.J. The attraction of free-ranging rainbow trout to a feeding station. PhD thesis, Institute of Aquaculture, University of Stirling., 1982. 231 pp. In: FELSING, M.; GLENCROSS, B.; TELFER, T. 2005. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. **Aquaculture**, Amsterdam, 243: 159– 174, 2005.
- READ, P. & FERNANDES, T. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. **Aquaculture**, Amsterdam, 226: 139-163, 2003.
- SCHIMITTOU, H. R. Cage culture of channel catfish. Proc. Fish. **Farming Conference**. October, 1969.
- SCHÖBER, J. **Aquicultura: desafios para fazer peixes para os rios sem peixes**. ComCiência: revista eletrônica de jornalismo científico, n.62, 2005. Disponível em: http://www.comciencia.br/reportagens/2005/02/14_impr.shtml. Acessado em: 20 out de 2008.
- SEAP. **Aquicultura no Brasil**. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Brasília, DF. Disponível em: http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/aqui/. Acesso em 28 de agosto de 2007.
- SILVA, A. L. N.; SIQUEIRA, A. T. **Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos**. Convênio Recife: SUDENE/FADURPE – Departamento de Pesca / UFRPE. Imprensa Universitária, p. 72, 1997.
- SKAJKO, D.; FIRETTI, R. Tilápias em tanque-rede ótima alternativa de investimento. In: ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA – **Anualpec**, São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, p. 309-22, 2000.
- SUDIRMAN, et al. Wild fish associated with tropical sea cage aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. **Aquaculture**, Amsterdam, (2008), doi:10.1016/j.aquaculture.2008.09.020
- TUYA, F.; et al. Non-metric multivariate analysis of the demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and Sandy bottoms under influence of sea-cage fish farms. **Marine Biology**, 147: 1229-1237, 2005.
- VALENTI, W. C . et al. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 399p., 2000.