

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

JOSE ANTONIO DEMETRIO

Alterações na dieta de peixes associados ao cultivo de tilápias em tanques-rede  
no reservatório de Rosana, rio Paranapanema

Maringá  
2010

JOSE ANTONIO DEMETRIO

Alterações na dieta de peixes associados ao cultivo de tilápias em tanques-rede  
no reservatório de Rosana, rio Paranapanema

Tese 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 parte dos  
requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências  
Ambientais

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho

Maringá  
2010

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

D377a Demetrio, Jose Antonio, 1959-  
Alterações na dieta de peixes associados ao cultivo de tilápias em tanques-rede no reservatório de Rosana, rio Paranapanema / Jose Antonio Demetrio. -- Maringá, 2010.  
29 f. : il. (algumas color.).

Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual Maringá, Dep. de Biologia, 2010.  
Orientador: Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho.

1. Tilápia - Cultivo associado - Espécies nativas - Reservatório de Rosana - Paranapanema, Rio, Bacia. 2. Tilápia - Cultivo - Dieta - Tanques-rede - Reservatório de Rosana - Paranapanema, Rio, Bacia. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -639.377415309816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSE ANTONIO DEMETRIO

Tese 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 Doutor em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

## COMISSÃO JULGADORA

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

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui

Prof. Dr. Mario Luiz Orsi

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Norma Segatti Hahn

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Aprovada em: 30/03/2010.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## AGRADECIMENTOS

Ao caríssimo Orientador Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho por possibilitar a realização de nossos objetivos com muita paciência e dedicação na arte de ensinar a construção do conhecimento. Pela amizade, companheirismo e contribuições relevantes, imprescindíveis para a conclusão do Curso de Doutorado.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes pelo apoio incondicional nas soluções estatísticas, pelas contribuições que tem proporcionado o encaminhamento dos objetivos da pesquisa, pelas lições do rigor técnico-científico.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Norma Segatti Hahn pelos ensinamentos e pela força desde o início do Curso de Doutorado.

Ao Prof. Dr. Horácio Ferreira Júlio Júnior, pela amizade, companheirismo e pelos ensinamentos de Ecologia.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Costa Bonecker pela amizade e dedicação aos ensinamentos de ecologia.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela transmissão do conhecimento, dedicação e compartilhamento de suas experiências.

Aos Prof.(s) Dr. (s) Angelo Antonio Agostinho, Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui, Mario Luiz Orsi, Norma Segatti Hahn, Luiz Carlos Gomes participantes da Comissão Julgadora da apresentação da tese.

Aos colegas do Curso de Doutorado pela amizade na convivência das aulas, dos trabalhos e pelas contribuições de experiências na ecologia.

Ao colega Biólogo João Dirço Latini pelo apoio incondicional desde o início dos trabalhos e pela contribuição na organização dos dados.

Ao colega Wladimir Domingues pela amizade e pelas contribuições nos trabalhos de campo.

Aos colegas Dirceu Baumgartner e Alessandro Gasparetto Bifi pela amizade e pelas contribuições nos trabalhos do cotidiano.

Ao colega M.Sc. Elcio Barili pela dedicação às contribuições nessa reta final.

À colega Larissa Strictar Pereira pelos ensinamentos e contribuições na obtenção de dados.

Às colegas Rosimeire, Harumi, Janet e Rosemara que ajudaram no dia a dia do Curso de Doutorado.

Às colegas Aldenir e Jocemara pela amizade, pela dedicação no atendimento aos procedimentos acadêmicos cotidianos.

À colega Maria Salete pela amizade e dedicação na disponibilidade de material bibliográfico.

Aos colegas Jaime Luiz Pereira e Job Diógenes pelas contribuições ao desenvolvimento da pesquisa.

Às colegas Cristina e Karen pela amizade e contribuição à pesquisa no dia a dia.

Ao colega Dilermando Pereira Lima Junior pela amizade e pelas relevantes observações do artigo para o Exame Geral de Qualificação.

Ao colega Fábio Yamada pela amizade e os ensinamentos de Ictioparasitologia.

Aos servidores Francisco Alves Teixeira, José Ricardo Gonçalves, Valdecir Rodolfo Casaré, Valdir Aparecido Capatti e Valmir Alves Teixeira do Nupélia/UEM, pela contribuição nos diversos trabalhos de campo em todo o período da pesquisa e pela amizade na convivência do dia a dia.

A todos os funcionários do Nupélia que de uma forma ou outra contribuíram nessa caminhada.

Aos colegas do IBAMA de Paranavaí que tanto contribuíram nessa jornada de desafios e conquistas.

Ao IBAMA pela concessão da licença para a qualificação profissional na realização do Curso de Doutorado.

À FAFIPA pelo período de licença que contribuiu para a realização do Doutorado.

À minha família, Esposa Andréia Eloy Demetrio, Filha Amanda Eloy Demetrio, Filhos Renato Luiz Demetrio e Rafael Antonio Demetrio pela paciência pela força e estímulos cotidianos na realização do Curso.

## Alterações na dieta de peixes associados ao cultivo de tilápias em tanques-rede no reservatório de Rosana, rio Paranapanema

### RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos do cultivo de tilápias em tanques-rede sobre a dieta da ictiofauna silvestre associada no rio do Corvo, reservatório de Rosana, Rio Paranapanema. Identificou os efeitos diretos e indiretos de diferentes teores de proteínas da ração excedente dos tanques-rede na distribuição e abundância dos peixes das áreas adjacentes, considerando as variações específicas da dieta de alimentos naturais e do consumo de alimento artificial. O registro de diferentes resultados estabelecidos por dados de controle e por variações de teores de proteínas do cultivo, revela o conteúdo alimentar das espécies dominantes numa amplitude que alterou, não só o padrão de consumo da assembléia de peixes associada, como também intensificou a absorção do alimento artificial. A entrada de matéria orgânica possibilitou a proliferação de microcrustáceos e promoveu oscilações abruptas da composição de itens alimentares com variações distintas entre as espécies, ampliando os níveis tróficos da ictiofauna na área de cultivo. O alimento artificial alterou o padrão de consumo alimentar da assembléia de peixes associada ao cultivo em tanques-rede, ampliando a intensidade na tomada de alimento, aferida pelo grau de repleção dos estômagos. As mudanças na dieta pelo alimento artificial foram mais evidentes em 4 espécies das oito dominantes da assembléia de peixes. Dentre estas a *Pimelodus maculatus* e a *Iheringichthys labrosus* estando relacionadas com a proximidade dos tanques-rede e ao ambiente de fundo. Os volumes e as ocorrências dos itens registrados pelo índice alimentar (IAi), evidenciaram amplo consumo de zooplâncton, insetos aquáticos e ração. As espécies dominantes *Auchenipterus osteomystax*, *Steindachnerina brevipinna*, *Iheringichthys labrosus*, *Loricariichthys platymetopon*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pimelodus maculatus*, *Metynnes maculatus* e *Satanoperca pappaterra*, percentualmente, consumiram mais insetos aquáticos do que terrestres, algas, detritos-sedimentos, decápode, vegetais superiores e ração respectivamente. A frequência de ocorrência e o volume dos itens alimentares de uma fase à outra destaca a ascensão da presença de ração, insetos, e microcrustáceos. Peculiaridades que envolvem o tipo de ração, a distância, o ambiente de fundo e a participação de grupos de espécies, marcaram a influência dos tanques-rede.

**Palavras-chave:** Dieta. Espécies silvestres. Impactos da aquicultura. Resíduos de cultivo de peixe. Tanques-rede.

## Alterations in the diet of fish associated to the tilapia cultivation in net cage in Rosana Reservoir, Paranapanema River

### **ABSTRACT**

This study evaluated the effects of tilapia cultivation in net cages on the diet of associated wild ichthyofauna in the Corvo River, Rosana Reservoir, Paranapanema River. It identified the direct and indirect effects of different protein levels in spare feed inside the net cages on the distribution and abundance of fish in adjacent areas, taking into account the specific variations in natural food and artificial feed intake. The recording of different results established by control data and variations in protein content for the cultivation reveals the alimentary content of the dominant species to an extent that altered not only the intake pattern of the associated fish assemblage but also intensified artificial feed absorption. The introduction of organic matter also led to the proliferation of microcrustaceans, abrupt oscillations in the composition of food items, with distinct variations among species, thus expanding trophic levels of ichthyofauna in the cultivation area. Artificial feed altered the food intake pattern of the fish assemblage associated with cultivation in net cages, expanding feeding intensity, as measured by stomach fullness levels. Changes in diet for the artificial feed were more evident in four of the eight dominant species of the fish assemblage, among them *P.maculatus* and *I.labrosus*, as they were related to the proximity of the net cages and the background environment. The volumes and occurrences of items recorded by the food index (IAi) showed a large intake of zooplankton, aquatic insects and feed. Dominant species *Auchenipterus osteomystax*, *Steindachnerina brevipinna*, *Iheringichthys labrosus*, *Loricariichthys platymetopon*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pimelodus maculatus*, *Metynnes maculatus* and *Satanoperca pappaterra*, on a percentage basis, ingested more aquatic insects than terrestrial insects, algae, detritus, sediment, decapods, plants and feed. The frequency of occurrence and stomach volume from one phase to another highlights the increasing presence of feed, insects, and microcrustaceans. Peculiarities involving the type of feed, distance, the background environment and participation of species groups marked the influence of net cages.

**Keywords:** Diet. Wild species. Aquaculture impacts. Tilapia culture residue. Net cage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Localização da área de estudo.....	13
Figura 2 Variações nos valores do Índice Alimentar (A; IAI) e percentagem de espécies da assembléia de peixes que consome diferentes itens (B) nas imediações da área de cultivo de tilápias em tanques-rede.....	16
Figura 3 Variações no volume e ocorrência dos principais itens consumidos pela assembléia de peixes na área do cultivo em tanques-rede.....	17
Figura 4 Composição da dieta das espécies dominantes na assembléia de peixes associada ao cultivo em tanques-rede no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, em diferentes períodos.....	19
Figura 5 Variações nos índices de repleção estomacal das espécies de peixes dominantes na assembléia associada ao cultivo de tilápias em tanques-rede do reservatório de Rosana, rio Paranapanema considerando diferentes períodos.....	21
Tabela 1 Localização dos valores máximos e mínimos das abundâncias das principais espécies de peixes nas áreas de cultivo em tanques-rede no Reservatório de Rosana.....	18
Tabela 2 Análise de variância comparando os índices de repleção dos estômagos das diferentes espécies em relação à fase do cultivo.....	20

Tese elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Brazilian Journal of Biology. Disponível em: <http://www.bjb.com.br>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1 Área de estudo.....	12
2.2 Procedimentos amostrais.....	13
2.3 Análise dos dados.....	14
3 RESULTADOS.....	15
3.1 Variações na composição da dieta conforme a fase de cultivo.....	15
3.2 Respostas específicas às entradas de alimento artificial.....	17
3.3 Alterações da intensidade na tomada de alimento.....	20
4 DISCUSSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	25

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente produção mundial de peixes em tanques-rede vem sendo considerada como uma tendência promissora para o atendimento da demanda crescente de alimento à população mundial, sendo as áreas costeiras marinhas, lagos e reservatórios os ambientes mais promissores para sua expansão. As principais vantagens atribuídas a esse sistema de cultivo são o aproveitamento de mananciais já disponíveis, maior eficiência no manejo e facilidades na despesca, além do suporte de desconsideráveis taxas de estocagem e o fluxo contínuo de água que, em tese, melhoraria a qualidade da água no interior dos tanques (Cyrino & Kubitza, 1996; Furlaneto *et. al.*, 2006). Borghetti & Silva (2008) estimam custos operacionais entre 30 e 40% daquele para produzir uma tonelada de peixes com sistemas tradicionais. A expansão desses cultivos está inserida nas políticas de governo para o setor, sendo a implantação em águas públicas, fortemente fomentada por agências oficiais.

Entretanto, vários problemas socioambientais que carecem de atenção no fomento dessa atividade têm sido detectados, geralmente ligados ao seu caráter intensivo, envolvendo elevadas taxas de estocagem e a utilização de rações comerciais com altos teores proteicos, além da universalidade dos escapes (Agostinho *et. al.*, 2007). Dentre os diversos problemas sócio-ambientais que envolvem a produção da aquicultura em águas de reservatórios podemos destacar a eutrofização, a atração e agregação de peixes nas proximidades dos tanques-rede, as alterações da dieta dos peixes associados ao ambiente de cultivo, as mudanças na comunidade bêntica, os escapes de espécies não nativas e as mudanças na composição isotópica dos organismos na cadeia trófica. Assim, o esforço empregado no desenvolvimento dessa forma de cultivo intensivo deve ter sua contraparte na avaliação de sua sustentabilidade ambiental porque os problemas ambientais gerados afetam até mesmo sua viabilidade como atividade produtiva (Andrade & Yasui, 2003; Alexandre Filho, 2008).

Diversos estudos revelam que os cultivos em tanques-rede afetam a presença e a abundância de peixes silvestres em suas imediações. A maioria, entretanto, foi desenvolvida em ambientes marinhos costeiros e poucos avaliaram o impacto dessas alterações sobre as assembleias (Dempster *et al.*, 2002; Boyra *et. al.*, 2004; Valle *et al.*, 2004; Tuya *et al.*, 2006). Em reservatórios neotropicais, ambientes alvo das ações de fomento do governo para essa modalidade de cultivo, alguns estudos já evidenciaram mudanças nos zoobentos (Menezes & Beyruth, 2003; Mangarotti, 2008), enriquecimento da água em nutrientes, com consequente incremento na produção de fitoplâncton, perifiton e zooplâncton (Hermes Silva *et. al.*, 2004; Dias, 2008; Siqueira, 2008; Carvalho, 2009), alterações na dieta e na estrutura

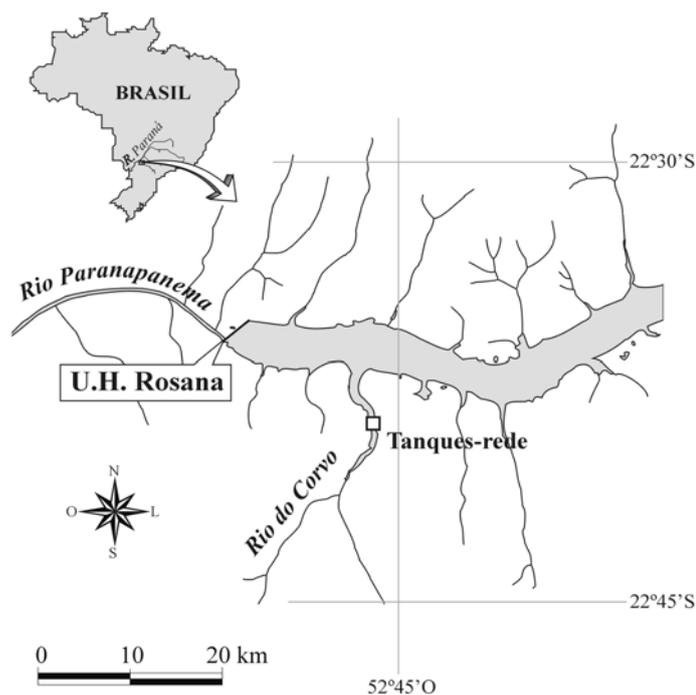
populacional da ictiofauna na área de influência (Ramos *et. al.*, 2008; Nunes, 2008; Demetrio, in prep.; Strictar-Pereira *et al.*, no prelo). Verifica-se, portanto, que além de escassos, a maioria desses estudos foi realizada recentemente. Em relação às alterações na dieta dos peixes silvestres, os estudos já realizados revelam que parte das espécies passa a se alimentar predominantemente da ração oferecida e não ingerida pelos peixes do cultivo, após a operação dos tanques-rede (Ramos *et. al.*, 2008) e parte altera sua dieta como resposta à alta disponibilidade de outros organismos ou detritos resultantes do cultivo (Ramos *et. al.*, 2008; Strictar-Pereira, no prelo).

Neste estudo, busca-se avaliar os efeitos diretos e indiretos do excedente de ração em cultivo de tilápias em tanques-rede sobre a dieta da ictiofauna silvestre, buscando identificar os efeitos de rações com dois teores proteicos distintos, tendo como base amostragens obtidas no período que precedeu a instalação do cultivo, e em dois períodos subsequentes estabelecidos conforme o valor proteico da ração. Adicionalmente, foram avaliadas as variações específicas no consumo do alimento artificial, tendo como base as espécies dominantes (>90% do total capturado). Mais especificamente busca-se responder as seguintes questões: (i) em que amplitude o *input* do alimento artificial alterou a composição da dieta da assembléia de peixes associada ao cultivo em tanques-rede? (ii) a incorporação direta do alimento artificial pelas espécies silvestres é a única alteração relevante na composição da dieta da assembléia? (iii) a intensidade na tomada de alimento, aferida pelo índice de repleção dos estômagos, é alterada com a entrada de alimento artificial?

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

Esse estudo foi desenvolvido em concomitância com outro destinado a avaliar o desempenho produtivo e econômico da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede, realizado no rio do Corvo (22° 39'34.93" S e 52°46'42.86" W), em seu trecho represado pelo reservatório de Rosana (Alexandre Filho, 2008) – Fig. 1. Esse reservatório, o último de uma série de oito existentes no rio Paranapanema, fechado em 1986, tem um tempo de residência da água de 18,6 dias (CESP, 1996). A área do reservatório é de 220 km<sup>2</sup>, com comprimento total de 116 km, volume de 1920. 10<sup>6</sup> km<sup>3</sup> e vazão média anual de 1203 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Pelo fato de ser o último da série, o reservatório de Rosana apresenta maiores valores de transparência da água e baixas concentrações de fósforo e nitrogênio totais, podendo ser classificado como oligotrófico (Nogueira *et al.*, 2002; Pagioro *et al.* 2005).



**Figura 1. Localização da área de estudos.**

Embora o experimento tenha sido conduzido na área mais próxima à região lacustre e, portanto, mais oligotrófica do reservatório, o braço do rio Corvo recebe efluentes de uma fecularia após tratamento primário, em seu trecho a montante. Durante o período de estudos não foram constatadas restrições na qualidade da água que fossem proibitivas à presença de peixes. Assim, a temperatura da água variou entre 17 e 28°C e média de 21°C, faixa normal para a estação do ano (inverno). As concentrações de oxigênio dissolvido oscilaram entre 6,0 e 8,7 mg.L<sup>-1</sup>, o pH de 6,2 a 8,1, a transparência de 1,3 a 3,8 m e a condutividade elétrica entre 32 e 56 μS.cm<sup>-2</sup>. A profundidade, na área de cultivo, variou entre 5 e 8 metros.

## **2.2 Procedimentos amostrais**

O cultivo experimental nos tanques-rede foi conduzido no período de outono e inverno, durante 140 dias (17 de abril a 03 de setembro de 2006), envolvendo apenas nove tanques, com dimensões de 2,0 x 2,0 x 1,7 m cada um, distribuídos em tréplicas para três tratamentos (densidades de 100, 150 e 200 tilápias/m<sup>-3</sup>). Os juvenis, submetidos à reversão sexual, apresentavam, inicialmente, peso médio de 99 g, alimentados nos primeiros 30 dias com ração extrusada com teor proteico de 32% PB e 5 mm de diâmetro e, posteriormente, com 28% PB e 8 mm. O alimento foi administrado três vezes ao dia, sendo sua quantidade

determinada pela biomassa do momento e da temperatura da água, ajustada para condições *ad libitum* (Alexandre Filho, 2008).

As capturas de peixes silvestres associados ao cultivo foram realizadas mensalmente de abril a setembro, utilizando-se 10 baterias de redes de espera (malha de 2,4 a 16 cm entre nós alternados), instaladas no fundo e na superfície na área dos tanques-rede (0 m, a 100 m e a 400 m). As redes foram instaladas ao amanhecer e revisitadas para a despesca às 16:00 horas, às 22:00 horas e às 8:00 horas do dia subsequente, quando foram retiradas. Os indivíduos capturados foram anestesiados e levados para um laboratório instalado nas imediações, onde foram identificados, medidos (comprimento total e padrão, em mm) e pesados (em grama), sendo em seguida dissecados e seus estômagos pesados e fixados em formaldeído 4%, para análise posterior.

Os conteúdos de 647 estômagos, pertencentes a 35 espécies foram analisados sob microscópio óptico, estereoscópico ou a olho nu, conforme o caso, sendo os itens identificados ao menor nível taxonômico possível. O volume e a ocorrência de cada item foram registrados, sendo o primeiro determinado (i) pela medida do deslocamento produzido numa coluna de água em uma proveta graduada, quando maior que 0,1 ml, ou (ii) pelo uso de lâminas milimetradas, dada em mm<sup>3</sup>, posteriormente transformados em mililitros, quando o volume foi menor que 0,1 ml (Hellowel & Abel, 1971). A ocorrência foi representada pela proporção de estômagos na amostra em que um dado item ocorreu.

### 2.3 Análise dos Dados

Para avaliar as alterações na composição da dieta da assembléia antes do cultivo e nos eventos subsequentes, as amostras foram agrupadas em três fases (PRÉ: antes da instalação do cultivo; Fase 1: uso de ração para alevinos com conteúdo proteico de 32% nos 30 primeiros dias; Fase 2: uso de ração para adultos, com 28%, nos demais 110 dias de cultivo). As variações na dieta foram inicialmente analisadas contemplando todos os estômagos através do Índice Alimentar (IA<sub>i</sub>), que combina os métodos de ocorrência e volumétrico, cuja equação é apresentada abaixo (Kawakami & Vazzoler, 1980), bem como pela frequência de espécies que consome cada item.

$$IA_i = \frac{F_i * V_i}{\sum_{n=1}^n (F_i * V_i)} * 100$$

Onde:

F<sub>i</sub> = % da frequência de ocorrência do item;

V<sub>i</sub> = % do volume do item

i = item alimentar de 1 a n

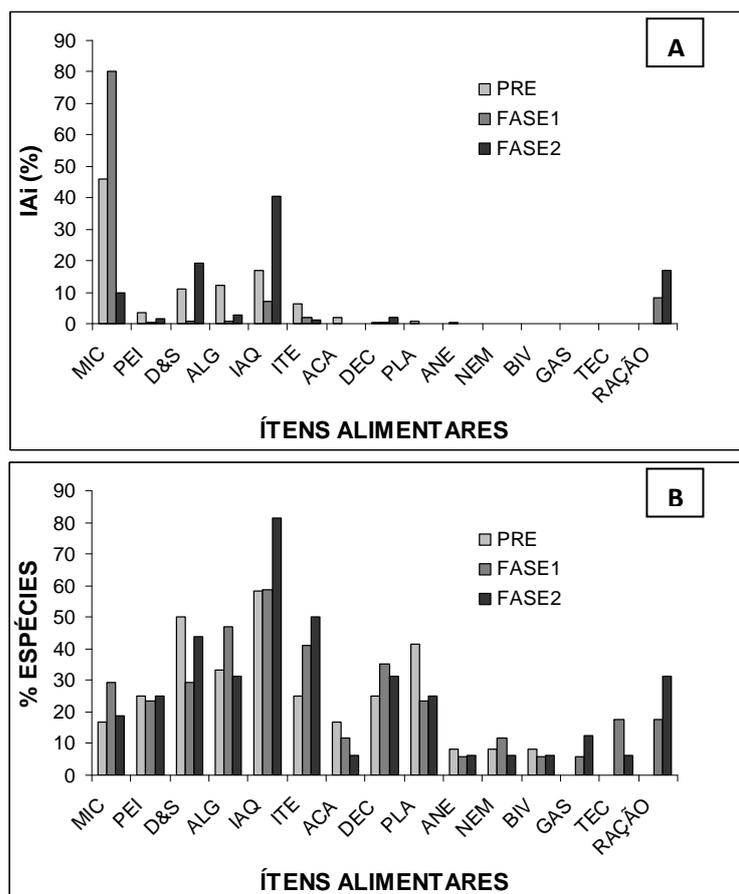
As possíveis alterações de cada tipo de recurso foram inferidas a partir das variações na proporção de seus volumes percentuais e ocorrências em cada fase do cultivo. Na avaliação de alterações específicas no padrão de consumo, visando detectar espécies indiretamente afetadas pelo ingresso de alimento artificial, a dieta foi avaliada apenas pelas variações no volume dos itens que cada uma consumiu nas diferentes fases de cultivo.

Para verificar a influência dos fatores: distância dos tanques de cultivo (0 m, 100 m e 400 m) e fases do cultivo (PRÉ, Fase 1 e Fase 2) na intensidade de tomada de alimento, foram avaliadas as médias do Índice de Repleção do estômago (IR) calculado com base no percentual que o peso do estômago representa do total. Os níveis de significância das diferenças entre as médias dessa variável para os fatores (distância e fase) e, suas interações foram avaliadas por análises de variância (ANOVA bifatorial). Previamente, testou-se a homogeneidade das variâncias pela aplicação do teste de Levenè ou teste C de Cochran. A série de dados de duas das espécies (*A. osteomystax* e *S. pappaterra*), mesmo após transformações, apresentou variância heterogênea. Mesmo assim, a análise dos dados foi realizada pelo fato de que (i) em uma delas a natureza do novo item consumido foi muito distinta da anterior (de insetos para plâncton), o que sugere que a heterogeneidade entre as variâncias seja uma característica esperada no experimento, e (ii) a ANOVA é robusta para heterogeneidades na variância, particularmente em grandes experimentos balanceados (Underwood, 1997; Dempster *et al.* 2009). Todas as análises foram realizadas com o uso do programa Estatística v.7,0.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Variações na composição da dieta conforme a fase de cultivo

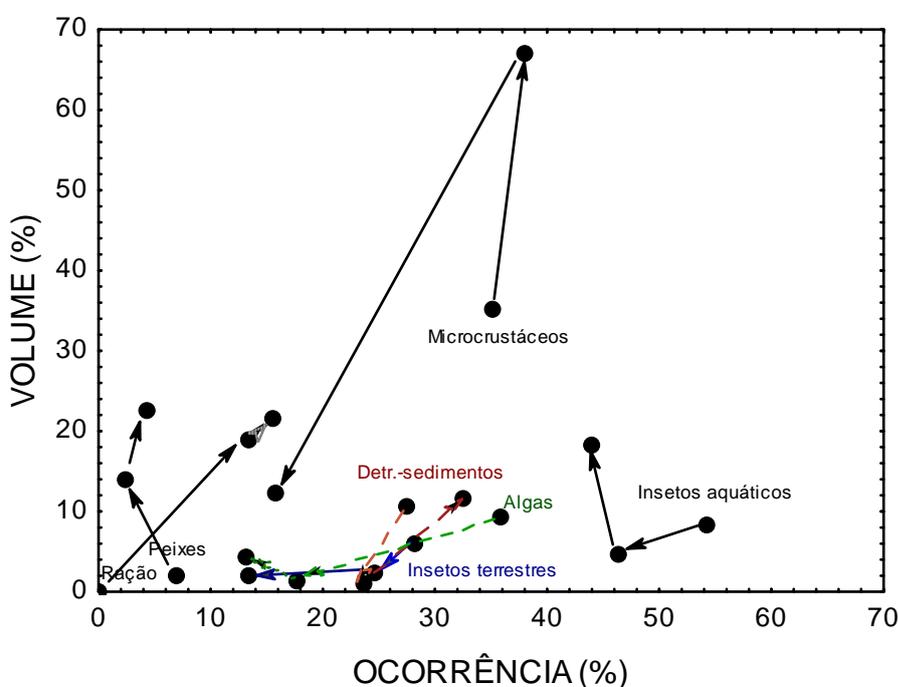
Os recursos mais consumidos pela assembléia de peixes silvestres no período que antecedeu à instalação dos cultivos (PRÉ) foram microcrustáceos (46%), insetos aquáticos (17%), algas (12%) e detrito-sedimentos (11%). Após a instalação, na Fase 1, quando a ração utilizada teve maior conteúdo proteico, a importância dos microcrustáceos na dieta dos peixes aumentou, passando a compor 80% do Índice Alimentar, com redução drástica dos demais (Fig. 2A). Nessa fase, o resíduo de ração foi o segundo recurso em importância (8%), seguido pelos insetos aquáticos (7%), constatando-se, portanto, um incremento marcante na dominância entre os recursos ingeridos.



**Figura 2. Variações Temporais nos valores do Índice Alimentar (A; IAi) e proporção de espécies da assembléia que consumiram os diferentes recursos alimentares (B) nas imediações da área de cultivo de tilápias em tanques-rede** (MIC=microcrustáceos, PEI= peixes, D&S= detritos e sedimentos, ALG=algas, IAQ=insetos aquáticos, ITE=insetos terrestres, ACA=ácaro, DEC=decápode, PLA=plantas, ANE=anelídeos, NEM=nematoides, BIV=bivalve, GAS=gastrópode, TEC=tecameba,).

Na Fase 2, quando a ração utilizada continha menos proteína, constatou-se queda marcante na participação de microcrustáceos (10%). Insetos aquáticos (40%) foi o recurso mais consumido, seguido por detrito-sedimento e ração, em percentagens similares ( $\pm 18\%$ ) – (Fig.2 A). Destaca-se o fato de que o item detrito-sedimento deve conter porções relevantes de ração que, por estar parcialmente digerido no estômago, não foi possível isolar e determinar sua contribuição. Das 35 espécies registradas, mais da metade tiveram insetos aquáticos em sua dieta em qualquer das fases de cultivo, sendo que esse valor chegou a 81% na fase final do cultivo (Fig.2 B). Microcrustáceos e algas foram recursos consumidos por um maior número de espécies na fase 1 do cultivo, envolvendo 29% e 47% do total de espécies, respectivamente. O consumo direto de ração na forma de pellets passou de 18% das espécies na primeira fase para 38%, na segunda. A análise conjunta do volume dos recursos e suas ocorrências durante as diferentes fases do cultivo (Fig. 3) permitem evidenciar que as variações mais relevantes foram constatadas entre os microcrustáceos,

especialmente em relação ao volume. Assim, no primeiro mês do cultivo sua contribuição elevou-se bruscamente (35% para 67% do total consumido), sem que houvesse alteração marcante na ocorrência (35% para 38% dos estômagos). Essa participação no volume caiu também bruscamente após as mudanças no teor proteico da ração (67% para 12%), mas nessa etapa reduziu também a ocorrência (38% para 16% dos estômagos analisados). Exceto para a ração e detrito-sedimento, todos os demais itens ocorreram em um número menor de estômagos após a instalação do cultivo. Em relação à contribuição no volume total ingerido pela assembléia, esses dois recursos, além de peixes e insetos aquáticos, atingiram maiores percentuais na Fase 2, e apenas microcrustáceos teve seu ápice de participação no volume na fase 1. O consumo de algas e insetos terrestres caiu durante as fases de cultivo, tanto em volume como na ocorrência, numa tendência oposta ao da ração.



**Figura 3.** Variações temporais no volume e ocorrência dos principais itens consumidos pela assembléia de peixes na área do cultivo em tanques-rede (setas indicam a sequência temporal das fases PRE, Fase 1 e Fase 2 do cultivo).

### 3.2 Respostas específicas às entradas de alimento artificial

Os dados de captura da assembléia de peixes permitiram selecionar oito espécies dominantes durante o período de pesquisa, que contribuíram com 90% do total capturado. Foram observados padrões diferenciados de abundância no espaço e no tempo (Tab.1). Em relação ao estrato da coluna de água a maioria das espécies foi capturada essencialmente no fundo, constituindo exceções, a *Auchenipterus osteomystax* registrada principalmente na superfície e *Metynniss maculatus* em toda a coluna de água.

Por outro lado, quatro espécies tiveram maior abundância nas proximidades dos tanques de cultivo (0 m) e menores a maiores distâncias (400 m), todas no fundo (*S. brevipinna*, *L. platymetopon*, *I. labrosus* e *P. maculatus*). Ressalva-se, no entanto, que duas dessas espécies (duas primeiras; detritívoras) foram mais abundantes no período anterior ao cultivo, portanto, com distribuição independente do cultivo. Três espécies foram mais abundantes no ponto mais distante dos tanques de cultivo (*A. osteomystax*, *P. squamosissimus*, *S. pappaterra*) com menores valores nas imediações do tanque. Dessas espécies, apenas (*P. squamosissimus*) foi mais abundante antes do cultivo. A abundância de *M. maculatus* foi mais variável em distâncias intermediárias (100 m) onde se registrou o menor valor antes e o maior após o início do cultivo.

**Tabela 1. Localização dos valores máximos e mínimos das abundâncias das principais espécies de peixes nas áreas de cultivo em tanques-rede no reservatório de Rosana.**

Espécie	Estratos da Coluna*	Abundâncias máximas		Abundâncias mínimas	
		Distâncias dos tanques	Fases do Cultivo	Distâncias dos tanques	Fases do Cultivo
<i>A. osteomystax</i>	Superfície	400m	1	0m	2
<i>S. brevipinna</i>	Fundo	0m	PRÉ	400m	1
<i>I. labrosus</i>	Fundo	0m	1	400m	2
<i>L. platymetopon</i>	Fundo	0m	PRÉ	400m	2
<i>P. squamosissimus</i>	Fundo	400m	PRÉ	0m	2
<i>P. maculatus</i>	Fundo	0m	1	400m	PRÉ
<i>M. maculatus</i>	Superfície	100m	2	100m	PRÉ/FUNDO*
<i>S. pappaterra</i>	Fundo	400m	1	100m	2

\* considerando apenas a profundidade de maior ocorrência, exceto *M. maculatus*, com abundância similar no fundo e superfície.

A figura 4 evidencia o consumo direto da ração que envolveu pelo menos a metade das espécies dominantes na assembléia de peixes das imediações da área de cultivo. Deve-se ressaltar que espécies tipicamente detritívoras, como *S. brevipinna* e *L. platymetopon*, ambas com abundâncias relevantes nas imediações dos tanques-rede, podem ter consumido grande quantidade de ração, não sendo, no entanto, possível quantificar devido à dificuldade em separar a ração em decomposição dos demais detritos. A espécie com maior consumo de ração foi a onívora *P. maculatus*, chegando a 98% da dieta na fase 1 e 50% na fase 2, seguida das invertívoras *I. labrosus* (32% e 15%) e *S. pappaterra* (29% na segunda ) (Fig.4). A herbívora *M. maculatus*, com dieta marcadamente algívora antes do cultivo, consumiu ração na primeira (17%) e na segunda fase (52%) (Fig.4). Além das espécies aqui consideradas, outras duas, com baixas capturas, ingeriram quantidades relevantes de ração

(ex: *Pimelodella gracilis* e *Parauchenipterus galeatus*). *Auchenipterus osteomystax*, com uma dieta predominantemente zooplanctívora antes do início do cultivo, tornou-se essencialmente zooplanctívora (98%) na Fase 1 (ração com maior teor proteico). Já na fase subsequente (ração de menor teor proteico), essa espécie teve uma dieta composta de insetos e zooplâncton, em proporções similares (48%) (Fig.4).

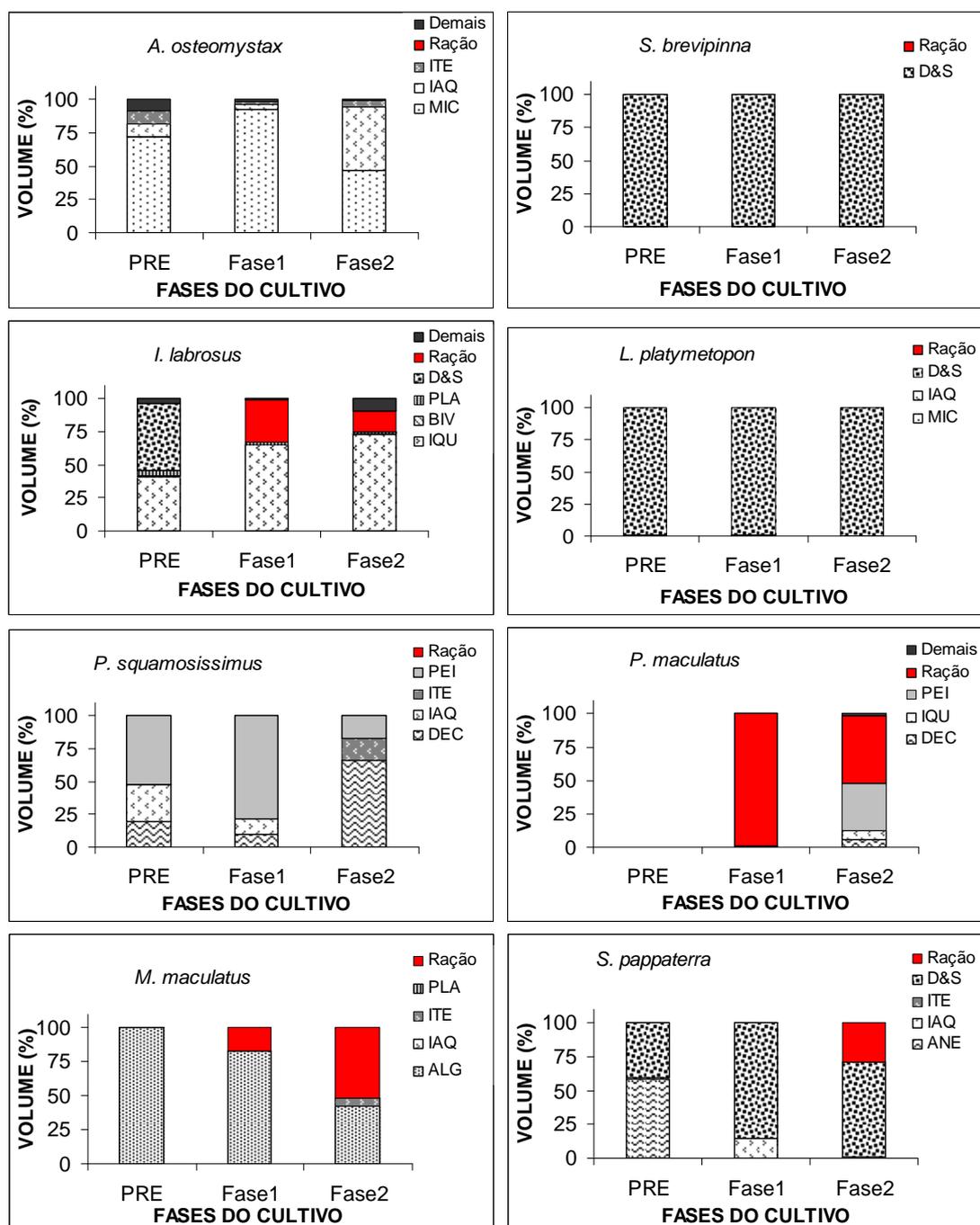


Figura 4. Composição da dieta das espécies dominantes na assembléia de peixes associada ao cultivo em tanques-rede no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, em diferentes períodos (PRE=antes do cultivo; Fase 1=ração com conteúdo proteico de 32%; Fase 2=ração com conteúdo proteico de 28%) (MIC=microcrustáceos, PEI= peixes, D&S= detritos e sedimentos, ALG=algas, IAQ=insetos aquáticos, ITE=insetos terrestres, ACA=ácaro, DEC= decápode, PLA=plantas, ANE=anelídeos, NEM= nematoide, BIV=bivalve, GAS= gastrópode TEC= tecameba.).

### 3.3 Alterações da intensidade na tomada de alimento

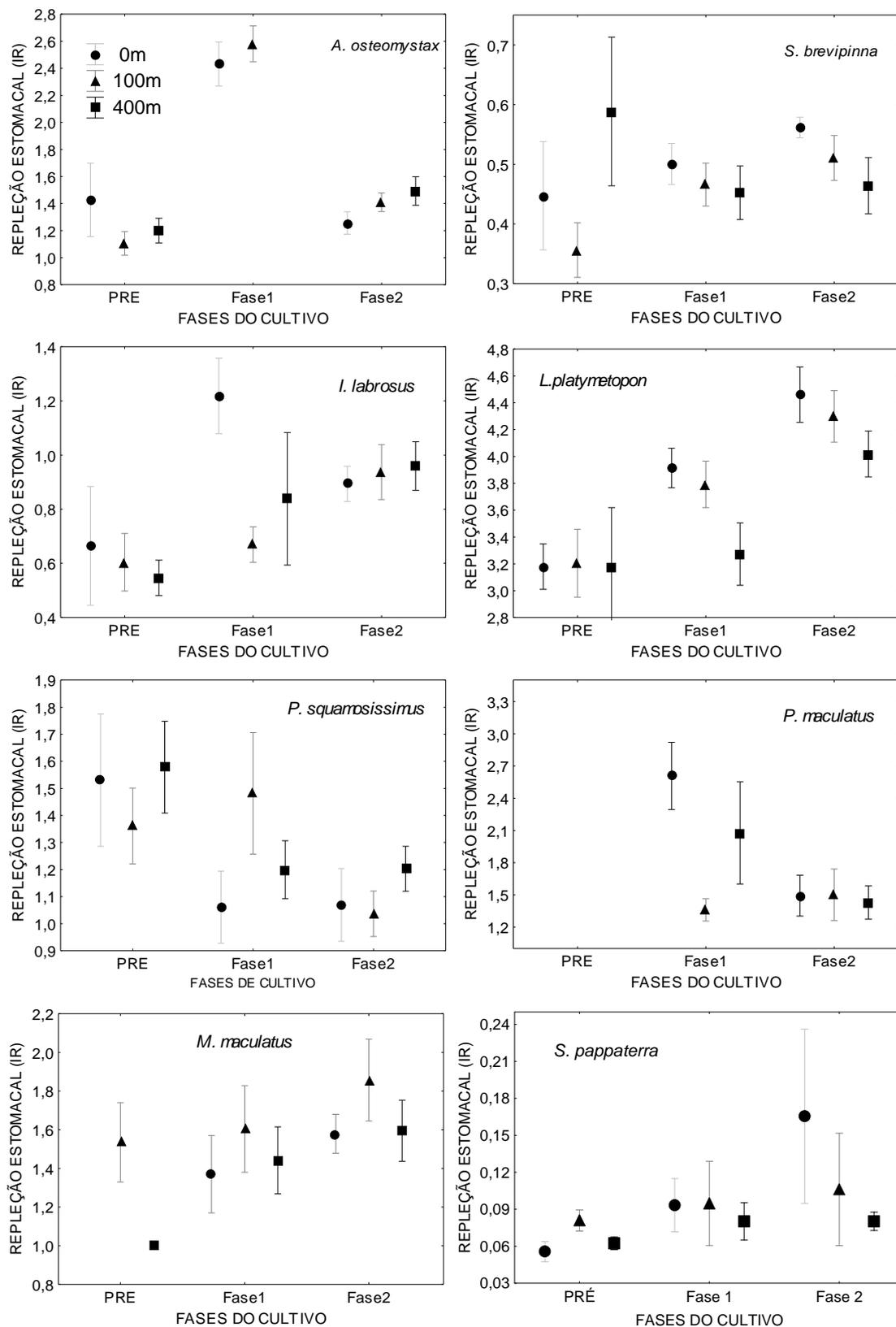
Diferenças significativas entre as médias do Índice de Repleção estomacal foram registradas para seis das oito espécies mais abundantes durante o período, constituindo exceção *S. brevipinna* e *S. pappaterra* (Tab. 2). Já em relação à distância, não foram registradas diferenças significativas em relação a atividade alimentar, sendo que *I. labrosus* foi a única espécie em que as diferenças entre as fases de cultivo foi afetada pela distância (interação significativa) (Tab. 2). (Fig. 5).

**Tabela 2. Análise de variância comparando os índices de repleção dos estômagos das diferentes espécies em relação à fase do cultivo (pré-cultivo, fase 1=ração com conteúdo proteico de 32%; fase 2=ração com conteúdo proteico de 28%) e distância dos tanques (0 m, 100 m e 400 m), bem como suas interações. (números destacados=significante ao nível de  $p<0,01$ ).**

	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
<i>A. osteomystax</i>			<i>S. brevipinna</i>			
Fase	2	412467	6,25	2	5432	1,15
Distâncias	2	96927	1,47	2	6906	1,48
Fase*Distâncias	4	19213	0,29	4	6175	1,32
Resíduos	887	65933		236	4870	
Teste de homogeneidade da variância	9,23 ( $p<0,01$ ) <sup>L</sup>			0,27 ( $p=0,99$ ) <sup>L</sup>		
<i>I. labrosus</i>			<i>L. platymetopon</i>			
Fase	<b>2</b>	<b>19420</b>	<b>6,33</b>	<b>2</b>	<b>28293</b>	<b>13,37</b>
Distâncias	2	3065	0,99	2	2217	1,05
Fase*Distâncias	<b>4</b>	<b>8755</b>	<b>2,85</b>	4	815	0,38
Resíduos	191	3067		168	2116	
Teste de homogeneidade da variância	1,61 ( $p=0,71$ ) <sup>L</sup>			1,06 ( $p=0,39$ ) <sup>L</sup>		
<i>P. squamosissimus</i>			<i>P. maculatus</i>			
Fase	<b>2</b>	<b>4088</b>	<b>3,7</b>	<b>2</b>	<b>6923</b>	<b>7,17</b>
Distâncias	2	171	0,15	2	2630	2,72
Fase*Distâncias	4	1043	0,95	4	417	0,43
Resíduos	108	1103		104	965	
Teste de homogeneidade da variância	0,33 ( $p=0,95$ ) <sup>L</sup>			0,21 ( $p=0,91$ ) <sup>C</sup>		
<i>M. maculatus</i>			<i>S. pappaterra</i>			
Fase	<b>2</b>	<b>6924</b>	<b>7,17</b>	2	213	0,38
Distâncias	2	2631	2,72	2	968	1,72
Fase*Distâncias	4	418	0,43	4	683	1,21
Resíduos	104	966		72	562	
Teste de homogeneidade da variância	2,60 ( $p=0,92$ ) <sup>C</sup>			<b>4,64 (<math>p&lt;0,01</math>)<sup>L</sup></b>		

<sup>L</sup> = teste de Levene    <sup>C</sup> = teste de Cochran

Maior atividade alimentar, inferida pelo peso relativo do estômago, foi constatada em três das oito espécies mais abundantes na assembléia (*A. osteomystax*, *I. labrosus* e *P. maculatus*) de peixes no primeiro mês do cultivo (Fase 1), quando foi utilizada a ração com maior conteúdo proteico nas imediações dos tanques (Fig. 5).



**Figura 5.** Variações nos índices de repleção estomacal das espécies de repleção estomacal das espécies de repleção estomacal das espécies de repleção estomacal na assembléia associada ao cultivo de tilápia em tanques-rede no reservatório de peixes de Rosana, rio Paranapanema, considerando diferentes períodos (PRE=antes do cultivo; Fase 1=ração com conteúdo proteico de 32%; Fase 2=ração com conteúdo proteico de 28%).

Outras quatro apresentaram tendências de maior peso relativo do estômago nas proximidades dos tanques, porém nenhuma com diferença significativa (*L. platymetopon*, *M. maculatus*, *S. brevipinna* e *S. pappaterra*). Igualmente, *P. squamosissimus* mostrou tendências de redução no peso do estômago nas diversas distâncias na área dos tanques de cultivo, porém não significativa (Tab. 2). (Fig. 5).

#### 4 DISCUSSÃO

As mudanças envolvendo o consumo direto do excedente de ração fornecida aos peixes cultivados, ou indireto, pelo consumo de organismos que proliferaram sob influência dos resíduos dos cultivos, têm sido bem estudadas em ambientes marinhos costeiros (Fernandez-Jover *et. al.*, 2007, 2008; Dempster *et. al.*, 2009).

A proporção de espécies em cujos estômagos continha ração não digerida pode ser considerada baixa (28% do total analisado) se comparado a ambientes marinhos (Fernandez-Jover *et. al.*, 2008). É, no entanto, condizente com aquele constatado em ambientes de reservatório (Ramos *et. al.*, 2008; Nunes, 2008). A estimativa do consumo direto do alimento artificial, entre 8 e 18% do total, pode também ser considerada baixa, dado que não foi possível quantificá-la para as espécies detritívoras. Por essa mesma razão, a proporção de espécies envolvidas nesse consumo (17% e 38% nas diferentes fases), também deve ser considerada uma sub-estimativa.

Dempster *et. al.* (2010), examinando cinco espécies dominantes de assembleias de peixes agregadas por tanques de cultivo marinhos, todas utilizando o alimento artificial em suas dietas, relatam que 66 e 89% dos estômagos analisados apresentavam *pellets* de ração, estimando que cerca de 10% da ração usada no cultivo era consumida diretamente pelos peixes silvestres. Neste estudo, das oito espécies dominantes, apenas quatro consumiram *pellets* de ração, sendo que esse alimento esteve presente, em sua forma não digerida, em apenas 9,4% dos estômagos. É possível que o caráter inerte e inicialmente flutuante desse tipo de alimento deve restringir seu uso a um pequeno número de espécies em reservatórios. Além de sua natureza, a forma em que entra na água também deve limitar sua utilização por várias espécies cuja história evolutiva transcorreu em ambiente fluvial.

Os impactos do aporte de alimento artificial na cadeia trófica ainda não estão bem entendidos. Dempster *et. al.* (2004) sugere que o suprimento persistente e a consequente agregação de peixes silvestres na área dos tanques de cultivo poderiam ser benéficos ao estoque se acoplada com medidas de proibição de qualquer tipo de pesca nas imediações do tanque, transformando essa zona numa área de proteção nos moldes das reservas marinhas.

Para esses autores, o alimento excedente do cultivo melhoraria o crescimento dos peixes e a proteção asseguraria o incremento no estoque desovante e, conseqüentemente, o recrutamento de larvas.

A tomada do excesso de ração pelos peixes, por um lado, reduziria a quantidade que chega ao fundo em até 80% (Felsing *et. al.*, 2005), reduzindo os efeitos negativos sobre as comunidades bentônicas (Katz *et. al.*, 2002; Menezes & Beyruth, 2003; Mangarotti, 2008). Por outro lado, a ingestão de ração contendo produtos de plantas terrestres (ex: soja, milho) leva a mudanças no fator de condição, no teor de gorduras no fígado e na composição dos ácidos graxos (ex: razão  $\omega 3$ ;  $\omega 6$ ; ácidos oleicos e linoleicos), tornando a composição corporal dos peixes silvestres similar às espécies do cultivo (Fernandez-Jover *et. al.*, 2007, Dempster *et. al.*, 2009). Embora a elevação na condição possa melhorar a capacidade reprodutiva (Izquierdo *et. al.*, 2001), baixos valores de  $\omega 3$  têm relação negativa com a qualidade dos ovos e sobrevivência das larvas (Fernandez-Palacios *et. al.*, 2007). Destaca-se nesse ponto a possibilidade de ingestão de fármacos e hormônios com a ração administrada ao cultivo (Dempster *et. al.*, 2009).

As espécies com maior participação dos *pellets* de ração na dieta, após o estabelecimento do cultivo, apresentavam dietas distintas anteriormente, não sendo possível a identificação de um padrão alimentar claro que permitisse predições. Incluiu *M. maculatus*, uma espécie herbívora-algívora (Rezende *et. al.*, 1998); *S. pappaterra* e *I. labrosus*, bentívoras (Abes *et. al.*, 2001; Hahn & Cunha, 2005), *P. maculatus*, onívora (Hahn & Fugi, 2007). Mesmo essas espécies mostraram diferenças na tomada da ração entre as fases em que essa apresentou conteúdo proteico distinto, com *P. maculatus* e *I. labrosus* tendo maior ingestão na primeira fase (maior teor proteico) e as demais na segunda. Verificou-se, no entanto, que os períodos de maior ingestão de ração foram também aqueles em que a repleção estomacal foi maior. *Iheringichthys labrosus*, uma espécie com consumo relevante de ração para a qual se constatou agregação relevante nas imediações dos tanques nesse estudo, não apresentou comportamento similar no reservatório de Machadinho, ou seja, não ingeriu ração e não foi atraída para o entorno dos tanques de cultivo (Rech, 2008). Cabe também destaque o fato de que as duas espécies com maior consumo relativo de ração (*P. maculatus* e *M. maculatus*) terem sido as mesmas registradas nesse sistema de cultivo nos reservatórios de Nova Avanhandava (Ramos, *et. at.* 2008) e Chavantes (Ramos, 2009). Igualmente relevante é o fato dos estudos da dieta da piscívora *P. squamosissimus* no

primeiro reservatório também não ter revelado a presença de ração, sendo a modificação mais relevante o incremento no consumo de camarão.

Como mencionado, as mudanças na dieta ao longo das fases do cultivo envolveram também espécies que não consumiram diretamente a ração. Estudos concomitantes realizados na área de cultivo revelaram que essas mudanças refletiram na composição isotópica em diferentes pontos da rede trófica, indicando mudança na fonte de energia e alterações na posição trófica dos organismos (Eche, 2008).

Uma das alterações mais conspícua e melhor estudada foi apresentada pela surumanha *A. osteomystax*, que embora não tenha consumido ração, mostrou tendências de variações isotópicas similares às da espécie cultivada (Eche, 2008). Nesse sentido são relevantes os fatos da densidade do zooplâncton ter aumentado extraordinariamente após o início do cultivo (Dias, 2008). Neste estudo a surumanha, que antes do início do cultivo tinha uma dieta com participação predominante de zooplâncton, passou a consumir essencialmente esse recurso. Isso sugere que nutrientes contidos na ração tenham chegado à surumanha utilizando o zooplâncton como intermediário direto ou indireto (via fitoplâncton). Predomínio de espécies zooplânctófagas nas imediações de tanque de cultivo tem sido relatado para ambientes marinhos (Fernandez-Jover, 2009) e de água doce (Nunes, 2008). Strictar-Pereira *et. al.* (no prelo), relata em estudo concomitante a este que a intensa atividade alimentar constatada no primeiro mês do cultivo, quando a densidade de zooplâncton era alta, não se refletiu na condição nutricional (peso relativo).

Os maiores valores de atividade alimentar foram coincidentes com as menores médias da condição. Strictar-Pereira *et. al.* (no prelo) associa a baixa condição dessa espécie no início do cultivo ao menor valor nutricional do zooplâncton em relação aos insetos aquáticos. Destaca-se que a dieta zooplânctívora da surumanha também mostrou variações relevantes, já discutidas por Strictar-Pereira *et. al.* (no prelo). Assim, constatou-se incremento acentuado de copépoda na dieta nos primeiros 30 dias (ração rica em proteína), seguida de queda no período subsequente, quando cladóceras passaram a predominar, acompanhando as tendências de variação desses grupos no plâncton (Dias, 2008).

Esse estudo demonstrou de forma clara que os resíduos de ração decorrentes de cultivos em tanques-rede promovem marcantes alterações no padrão da composição da dieta e na intensidade da tomada de alimento pelas espécies de peixes presentes em suas imediações. Essas alterações envolveram não apenas aquelas aptas a consumir o alimento artificial diretamente, mas também outras capazes de aproveitar recursos cuja disponibilidade foi alterada pelas entradas de nutrientes e matéria orgânica no sistema.

Os resultados apresentados indicam que os resíduos de ração do cultivo de tilápia em tanques-rede promovem alterações relevantes na dieta das espécies associadas, que passam a consumir diretamente os *pellets* de ração excedentes dos peixes em cultivo ou indiretamente recursos que se tornam abundantes em decorrência do grande aporte de matéria orgânica e nutrientes. A natureza e intensidade dos impactos do ingresso desses resíduos no meio aquático e sua incorporação na cadeia alimentar carecem ainda de investigações mais detalhadas, tanto ao nível dos indivíduos (fisiologia) e populações (autoecologia) como em níveis de organização mais elevados (comunidades e ecossistemas).

É urgente que o esforço aplicado pelas agências de fomento para expandir essa modalidade de cultivo nas águas públicas do país, seja compartilhado com a pesquisa e o manejo. Sabe-se, no entanto, que além de outros impactos não discutidos nesse estudo (ver Agostinho *et al.*, 2007 para detalhes), a atração exercida por essas entradas sobre os peixes, que se soma àquela promovida pela estrutura física dos tanques, pode resultar em grandes agregados vulneráveis à sobrepesca e predação. Isso torna também urgente que na ordenação espacial dessa atividade (delimitação dos parques aquícolas, por exemplo) sejam previstas medidas de proteção aos estoques silvestres, como a proibição da pesca. Além disso, conforme enfatizado por Fernandez-Jover *et al.*, (2008), as variações específicas da resposta dos peixes aos resíduos do cultivo e as diferenças na composição da ictiofauna entre os ambientes, demandam o monitoramento da fauna silvestre associada aos tanques em cada empreendimento. Face aos impactos potenciais que desses cultivos sobre a biota e a qualidade da água, a sua sustentabilidade ambiental ainda está por ser comprovada, pelo menos em grande escala.

## REFERÊNCIAS

ABES, S. da S., AGOSTINHO, AA., OKADA, EK. and GOMES, LC., 2001. Diet of *Iheringichthys labrosus* (Pimelodidae Siluriformes,) in the Itaipu Reservoir, Paraná River, Brazil-Paraguay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. vol. 44, no.1, p.101-105.

AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. PELICICE, FM., 2007 *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM. 501p.

ALEXANDRE FILHO, L., 2008 *Desempenho produtivo e econômico da Tilápia do Nilo (O. niloticus) Cultivada em Tanques-rede nos períodos de inverno e verão no Rio do Corvo Paraná*. Maringá: UEM [Tese], 45 p.

ANDRADE, DR. and YASUI, GS., 2003. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Rev. Bras. de Prod. Animal*. Vol. 27, no 2, p.166-172.

BORGHETTI, JR., SILVA, UAT. 2008 Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. In *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília, p. 73-94.

BOYRA, A., SANCHEZ-JEREZ, P., TUYA, F., ESPINO, F. and HAROUN, R. 2004. Attraction of wild coastal fishes to a Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canária, canary Islands. *Environ. Biol. Fish.*, vol. 70, p. 393-401.

CARVALHO, ED. 2009. A aquicultura em grandes represas brasileiras: interfaces ambientais, socioeconômicas e sustentabilidade. In CARVALHO, ED. *Ações antrópicas e a biodiversidade de peixes: status da represa de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema)*. Botucatu, [Tese de Livre Docência]. Universidade Estadual Paulista – UNESP.

CESP, 1996. *Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatório da CESP no período de 1986 a 1994*. (Série pesquisa e desenvolvimento, 136). São Paulo-SP: 81p.

CYRINO, J.E.P.; KUBITZA. *Piscicultura*. Ed. SEBRAE, 1996, Cuiabá, Mato Grosso, (coleção agroindústria) v. 8, p.1-82.

DEMETRIO, J.A. 2010. *Atração e agregação de peixes silvestres em áreas de cultivo de tilápias em tanques-rede no reservatório de Rosana, rio Paranapanema – Brasil*. (IN PREP). Maringá: UEM. Exame Geral de Qualificação.

DEMPSTER, T., SANCHEZ-JEREZ, P., BAYLE-SEMPERE, JT. GIMÉNEZ-CASALDUERO, F., and VALLE, C. 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Mar. Ecol-Prog. Ser.*, v.242, p.237-252.

DEMPSTER, T., SANCHEZ-JEREZ, P., UGLEM, I., 2010. BJØRN, PA. Species-specific patterns of aggregation of wild fish around fish farms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 86, p. 271–275, 2010.

DEMPSTER, T., I. Uglem; P. Sanchez-Jerez; JOVER-FERNANDEZ. D., B.EMPERE J., NILSEN, R.and BJORN, PA. 2009. Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. In *Marine Ecology Progress Series*.

DEMPSTER, T. and TAQUET, M. 2004. Fish Aggregation device (FAD) research: gaps in current knowledge and future directions for ecological studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, University of Sydney. Australia. p. 21-42.

DIAS, JD., 2008. *Impacto da Piscicultura em Tanques-rede sobre a Estrutura da Comunidade Zooplancônica em um Reservatório Subtropical – Brasil*. Maringá: UEM [Dissertação]. 41p.

ECHE, LMF. 2008. *Cultivo de peixes em tanques-rede: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos*. Maringá : UEM [Dissertação]. 39 p.

FELSING, A., GLENCROSS, B. and TELFER, T. 2005. Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment. *Aquaculture*, vol. 243, p. 159– 174

FERNANDEZ-JOVER, D., SANCHEZ-JEREZ, Pablo. BAYLE-SEMPERE, CV. and DEMPSTER, T. 2008. Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated with Mediterranean coastal fish farms, *ICES Journal of Marine Science* 65:. p. 1153–1160.

FERNANDEZ-JOVER, D.; SANCHEZ-JEREZ, Pablo. JIMENEZ, J.A.L; BAYLE-SEMPERE, C.V. CASALDUERO, F.G; LOPEZ, F.J.M and DEMPSTER, T. 2007, Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) associated to sea fish farms. In: *Marine Environmental Research*, 63, p. 1-18.

FERNANDEZ-PALACIOS, H., IZQUIERDO, M., ROBAINA, I., VALENCIA, M.; SALHI, M. MONTEIRO, D. 2007, The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on egg quality of broodstock for gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, vol. 148, p. 233-246.

FURLANETO FPB., AYROZA, DMMR., and AYROZA, LMS. 2006. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, Estado de São Paulo, Safra 2004/05. *Informações Econômicas*, SP, 36 (3):63-69.

HAHN, N.S. and CUNHA, F. 2005. Feeding and Trophic Ecomorphology of *Satanoperca pappaterra* (Pisces, Cichlidae) in the Manso Reservoir, Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Archives of Technology and Biology*, vol. 48, n.6, p. 1007-1012.

HAHN. NS. & FUGI, R. 2007 Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do repesamento. *Oecologia Brasiliensis*. Nº11, (4) Rio de Janeiro. P.469-480.

HELLAWELL, J.; ABEL, R. 1971. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish Biol.*, London, 18 (3): 29-37.

HERMES-SILVA, S., SARDÃO, BTN., SANTAMARIA, F. NUÑER, APO. and ZANIBONI-FILHO, E. 2004. Dinâmica do zooplâncton em uma área do Reservatório de Machadinho sob influência de cultivo em tanques-rede, rio Uruguai, Brasil. In: SIMPÓSIO: ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS - IMPACTOS POTENCIAIS, AÇÕES DE MANEJO E SISTEMAS EM CASCATA. Avaré, 2004. *Anais do Simpósio: Ecologia de Reservatórios - Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. Avaré,. 71p.

IZQUIERDO, MS.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, AGJ. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, vol.197, p. 25-42.

KATZ, T., HERUT, B., GENIN, A., ANGEL, DL. 2002. Gray mullets ameliorate organically enriched sediments below a fish farm in the oligotrophic Gulf of Aqaba (Red Sea). *Marine Ecology*, vol.234, p.205-214.

KAWAKAMI, E. and VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v. 29, no 2, p. 205-207.

MANGAROTTI, DP de. 2008. O. *Efeitos do cultivo de tilápias em tanques-rede na estrutura da comunidade de Chironomidae*. Maringá, UEM [Dissertação] 36 p.

MENEZES, LCB. & BEYRUTH, Z. 2003. Impactos da aquicultura em tanques-rede sobre a comunidade bentônica de Guarapiranga - São Paulo - SP. *Bol. Inst. Pesca.*, v.29, n.1, p.77-86.

NOGUEIRA, MG. et al., 2002. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP/PR), Brasil. In CIRELLI, AF. ; MARQUISÁ, G. C. *El Agua en Iberoamérica . De la Limnología a la Gestión en Sudamérica*. Santiago do Chile: CYTED XVII/CETA. p. 91-106.

NUNES, MC. 2008. *Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório de Itá*. Florianópolis, SC., UFSC [Dissertação]. 35 p.

PAGIORO, TA., THOMAZ, SM., and ROBERTO, MC. 2005. Caracterização Limnológica Abiótica dos Reservatórios. *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. ED: RIMA, p 17-37.

RAMOS, IP. 2009. *Aspecto da Biologia Populacional de Pimelodus maculatus (Teleostei:Siluriformes) sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede*. Botucatu, UNESP. [Dissertação]. 124 p.

RAMOS, IP., CARVALHO, ED. and VIDOTTO-MAGNONI AP. 2008. Influence of Cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River Basin). In: *Acta Limnologica Brasiliensia*. Botucatu –SP, vol.20, no 3, p. 245-252.

RECH, KC. 2008. Biologia alimentar de *Iheringichthys labrosus* associados a tanques-rede da UHE Machadinho (Alto rio Uruguai, Brasil). In *Estágio Supervisionado da UFSC*, Florianópolis. 30 p.

RESENDE, EK. de, PEREIRA, RAC. & ALMEIDA, VLL. de 1998. *Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda*, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Bol. 10, 24 p.

SIQUEIRA, NS. 2008. *Comunidade de algas perifíticas em taques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial*. Programa de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais Maringá, UEM. [Dissertação] 57 p.

STRICTAR-PEREIRA, L., AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. Cage culture with tilapia induces alteration in the diet of natural fish populations: the case of *Auchenipterus osteomystax*. *Brazilian Journal of Biology* (no prelo).

TUYA, F., SANCHEZ-JEREZ, P., DEMPSTER, T. BOYRA, A. and HAROUN, RJ. 2006. Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology*, 69: 682-697.

UNDERWOOD, A.J. 1997 *Experiment in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge.

VALLE, C.; BAYLE-SEMPERE, J.T.; DEMPSTER, T.; SANCHES-JEREZ, P. GIMENEZ-CASALDUERO, F. 2007 Temporal variability of wild fish assemblage associated with a sea-cage fish farm in the South-Eastern Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol.72, p. 299-307.