

Aspectos da biologia populacional de
Pimelodus maculatus, (Teleostei: Siluriformes)
sob influência de sistemas de piscicultura em
tanques-rede.



IGOR PAIVA RAMOS

Botucatu – SP
2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

Aspectos da biologia populacional de
Pimelodus maculatus (Teleostei: Siluriformes),
sob influência de sistemas de piscicultura em
tanques-rede.

IGOR PAIVA RAMOS

Orientador: Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências –
UNESP – Campus de
Botucatu, como parte dos
requisitos exigidos para a
obtenção do título de Mestre
em Ciências Biológicas –
Área de concentração:
Zoologia.

Botucatu – SP
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Ramos, Igor Paiva.

Aspectos da biologia populacional de *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes) sob influência de sistemas de piscicultura em tanque-rede / Igor Paiva Ramos. – Botucatu : [s.n.], 2009.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho

Assunto CAPES: 20400002

1. *Pimelodus maculatus*. 2. Teleosteos. 3. Bagre – Peixe.

CDD 597

Palavras-chave: Biologia populacional; Dieta; Impactos ambientais; *Pimelodus maculatus*; Pisciculturas em tanque-rede.

Dedicatória

“Dedico este trabalho aos meus pais por ter adiado seus sonhos para realização do meu e ao meu amigo Edmir, pela confiança durante todos estes anos”.

“Vencedor é aquele que nunca desiste de seus objetivos.”

Jair Munhoz Ramos (Pai)

Agradecimentos

Primeiramente a Deus e a todas as pessoas que conviveram comigo durante estes anos de graduação e pós-graduação que de forma direta ou indireta colaboraram com a realização deste trabalho.

A minha mãe, Leonir de Paiva Ramos pelo carinho, compreensão e principalmente pela cumplicidade, amizade e pela força nos momentos difíceis. Ao meu pai, Jair Munhoz Ramos pelo apoio em todos os momentos e principalmente pela confiança em mim depositada durante todo este tempo. A minha irmã Marcela Paiva Ramos pelo apoio e incentivo em todas minhas atividades.

A Juliana, pela cumplicidade, pelo carinho, apoio e dedicação em todos os momentos.

Ao amigo Edmir pelo apoio em todos os momentos do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Edmir Daniel de Carvalho, pela orientação em todos estes anos, confiança e apoio desde o início.

Ao Prof. Dr. Reinaldo José da Silva e Gianmarco Silva David pela amizade e parcerias em trabalhos realizados durante este período.

A amiga Ana Paula pela ajuda irrestrita desde o início de minha vida acadêmica e parceria em trabalhos.

Aos meus amigos Heleno, Zeca, Ricardo, Padiola, Toiça, Treko, Zé Luís, Jaciara, Rosângela, Carol, André, Garçom, Paiva e Leandro por todos os momentos compartilhados durante a graduação e idéias para este trabalho.

A todos do laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes pelo apoio nos trabalhos de campo e pela paciência durante estes anos.

A Ana da graduação pela amizade e ajuda desde o início.

A todos os funcionários do Departamento de Morfologia e do Setor de Referências pela ajuda direta ou indireta na realização deste trabalho.

Sumário

<i>Resumo</i>	<i>pág. 01</i>
<i>Abstract</i>	<i>pág. 02</i>
<i>Introdução geral</i>	<i>pág. 03</i>
<i>Pisciculturas em tanques-rede e seus impactos ambientais</i>	<i>pág. 03</i>
<i>Referências</i>	<i>pág. 09</i>
<i>Biologia populacional de Pimelodus maculatus</i>	<i>pág. 15</i>
<i>Referências</i>	<i>pág. 24</i>
<i>Objetivos gerais</i>	<i>pág. 30</i>
<i>1º Capítulo – Dieta de Pimelodus maculatus sob influência de pisciculturas em tanques-rede</i>	<i>pág. 31</i>
<i>Resumo</i>	<i>pág. 32</i>
<i>Abstract</i>	<i>pág. 33</i>
<i>Introdução</i>	<i>pág. 34</i>
<i>Área de estudo</i>	<i>pág. 37</i>
<i>Objetivo</i>	<i>pág. 39</i>
<i>Material e métodos</i>	<i>pág. 40</i>
<i>Análise dos dados</i>	<i>pág. 43</i>
<i>Resultados</i>	<i>pág. 47</i>
<i>Discussão</i>	<i>pág. 58</i>
<i>Conclusões</i>	<i>pág. 65</i>
<i>Referências</i>	<i>pág. 66</i>
<i>2º Capítulo – Dinâmica populacional de Pimelodus maculatus sob influência de pisciculturas em tanques-rede.</i>	<i>pág. 74</i>
<i>Resumo</i>	<i>pág. 75</i>
<i>Abstract</i>	<i>pág. 76</i>
<i>Introdução</i>	<i>pág. 77</i>
<i>Área de estudo</i>	<i>pág. 80</i>
<i>Objetivo</i>	<i>pág. 82</i>
<i>Material e métodos</i>	<i>pág. 83</i>
<i>Análise dos dados</i>	<i>pág. 87</i>
<i>Resultados</i>	<i>pág. 95</i>
<i>Discussão</i>	<i>pág. 107</i>
<i>Conclusões</i>	<i>pág. 114</i>
<i>Referências</i>	<i>pág. 115</i>
<i>Considerações finais</i>	<i>pág. 121</i>
<i>Anexos</i>	<i>pág. 122</i>

Resumo

Atualmente a implantação de sistemas de pisciculturas em tanques-rede, pode ser mais uma forma de impacto sobre a biota e a qualidade da água, das represas brasileiras. Esta atividade disponibiliza recursos como sobra de rações, efluentes e abrigo à ictiofauna residente. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a influência de sistemas de pisciculturas em tanques-rede sobre a dieta e dinâmica populacional de uma espécie de peixe nativo, *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae, Siluriformes) a mais abundante nas adjacências desses empreendimentos na represa de Chavantes – SP/PR. Dos exemplares capturados na área de influência dos tanques-rede (Tanque) e na área referencial (Controle) foram obtidos os seguintes dados biológicos: comprimento padrão, peso total, sexo, grau de repleção estomacal. Ainda, os estômagos com itens alimentares foram retirados e fixados. Em termos de dieta, os itens foram pesados e identificados até o nível taxonômico mais inferior possível. A partir destes dados foram calculados o grau de repleção médio (GRM), atividade alimentar (Aa) e índice de importância alimentar (IAi), relação peso/comprimento, fator de condição, taxa de crescimento entre outros. Os resultados mostram que há diferenças quanto ao GRM, Aa e IAi entre os exemplares do trecho Tanque e Controle. Assim, para os exemplares do trecho Tanque a principal categoria alimentar é Ração (97,08), enquanto que para os exemplares do trecho Controle é Detrito (27,30), Insetos aquáticos (22,35), Vegetais (21,48) e Moluscos (21,46). Referente à dinâmica populacional com enfoque no crescimento estimou-se o fator de condição, relação peso/comprimento e taxas/curvas de crescimento em comprimento e peso. Os resultados demonstraram que no entorno dos tanques-redes, os valores de comprimento padrão e peso total são maiores em relação ao trecho Controle ($p < 0,0001$). Quanto à relação peso/comprimento verifica-se diferenças significativas entre os exemplares do trecho Tanque e Controle para machos ($t=2,3301$), fêmeas ($t=2,5853$) e machos+fêmeas+indefinidos ($t=3,5636$), reforçados pela maior taxa de crescimento observada no trecho Tanque. Ainda, em relação ao fator de condição há diferenças significativas ($p < 0,0001$) para machos, fêmeas e machos+fêmeas+indefinidos entre os trechos Tanque e Controle. Com base nesses resultados, constata-se que esses peixes atraídos para as adjacências desse sistema, estão aproveitando os restos de ração disponibilizados pelo manejo zootécnico, que possibilita maior crescimento somático. Pode-se concluir que as pisciculturas em tanques-rede induzem a significativas alterações na dieta e na estrutura populacional dessa espécie de peixe nativo. Ainda, considera-se que esta nova tática alimentar de *Pimelodus maculatus*, certamente está contribuindo para mitigar os impactos ambientais relativos à eutrofização.

Palavras-chaves: dieta, biologia populacional, impactos ambientais, pisciculturas em tanques-rede, *Pimelodus maculatus*, rio Paranapanema.

Abstract

The development of cage fish farming may be considered a new form of impact in the aquatic biota and water quality in Brazilian reservoirs. This activity provides resources to the resident fishes, as ration, effluent, and refuge. Thus, this work aims to characterize the influence of systems in cage fish farms in the diet and population dynamics of a native fish species, *Pimelodus maculatus* the most abundant in the vicinity of these enterprises in the Chavantes Reservoir - SP / PR. The standard length, weight, sex, degree of stomach fullness were obtained of specimens captured in the influence area of the cage farms (Cage farm) and the reference area (Control), and the stomachs with contents were removed and fixed. The food items were weighed and identified to the lowest possible taxonomic level. From these data were calculated the degree of fullness average (GRM), feeding activity (Aa) and Alimentary Index (AI), the weight/length, condition factor and growth rate. The results show that there are differences in the GRM, Aa and IAI between fishes from the Cage farm and Control stretches. Thus, Cage farm stretch presented Ration as its main food category (97.08), while in the diet of Control stretch fishes the main food resources were Detritus (27.30), Aquatic insects (22.35), Vegetal matter (21.48) and Molluscs (21.46). The population dynamics, focusing on growth were estimated the condition factor, weight/length relationship and rates/curves of growth in length and weight. The results demonstrated that for the Cage farm stretch, the values of standard length and total weight are larger in relation to Control stretch ($p < 0.0001$). For the weight/length relationship there are significant differences between the stretches for males ($t = 2.3301$), females ($t = 2.5853$) and male + female + undefined ($t = 3.5636$), reinforced by the highest growth rate observed in the Cage farm stretch. In addition, for the condition factor, there are significant differences ($p < 0.0001$) for males, females and males + females + undefined between stretches. Based on these results, it appears that the fish attracted to the vicinity of the cages are taking the remains ration provided by the management, which allows for higher somatic growth. It can be concluded that the cage fish farming lead to significant changes in diet and population structure of this native fish species. Still, it is considered that this new feeding modality of *Pimelodus maculatus* is certainly helping to mitigate the environmental impacts related to eutrophication.

Key words: diet, population biology, environmental impacts, cage farms, *Pimelodus maculatus*, Paranapanema River.

Introdução geral

Pisciculturas em tanques-rede e seus impactos ambientais

Atualmente existem no Brasil 619 empreendimentos hidroelétricos em operação, que representam 70,22% (73.278.710 kW), de toda a energia elétrica produzida em nosso país. Somente o Estado de São Paulo é responsável por 22,22% da eletricidade gerada por esta matriz, o que o torna o maior gerador deste tipo de energia do território brasileiro. Ressalta-se que a maioria dessas usinas está concentrada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, justamente as mais desenvolvidas em termos sócio-econômicos (ANEEL, 2006).

Tais empreendimentos vêm transformando grandes rios da região Sudeste como Tietê, Paranapanema e Grande, em uma sucessão de lagos artificiais em cascata, alterando as características ecológicas dos ambientes aquáticos, terrestres e adjacentes (TUNDISI, 1999; AGOSTINHO et al., 2007). Desta forma, os peixes estão entre os elementos da biota mais afetados pelas mudanças geradas após o represamento, principalmente nos primeiros anos, pois são submetidos rapidamente aos novos processos limnológicos dos ambientes semi-lênticos (AGOSTINHO et al., 1999; AGOSTINHO et al., 2007).

Historicamente, tais situações decorrentes da construção das grandes barragens reduzem os estoques dos grandes migradores como o dourado e pintado, enquanto propicia o aumento dos estoques de algumas espécies não migradoras como os lambaris e sagüirus (CARVALHO & SILVA, 1999; ZOCCHI, 2002). Assim, espécies que naturalmente ocorriam em baixas densidades populacionais podem se beneficiar das novas condições ambientais e proliferarem, enquanto outras, que não se ajustam ao novo ambiente, podem ter sua abundância reduzida, ou até mesmo serem extintas localmente, tais como os peixes reofílicos e grandes migradores (AGOSTINHO et al., 1994; CARVALHO & SILVA, 1999; ZOCCHI, 2002).

Além disto, esses ecossistemas estão sendo submetidos a outras interferências antrópicas que diminuem a diversidade *lato sensu* dos peixes. Entre elas pode-se citar a introdução de espécies não nativas (ORSI & AGOSTINHO, 1999; SANTOS & FORMAGIO, 2000; LATINI & PETRERE, 2004), contaminação ambiental devido a efluentes agroindustriais/domésticos, perda de vegetação ripária, desmatamento, assoreamento das margens/lagoas marginais e erosão devido à exploração agrícola/mineral em seu entorno (PAIVA, 1983; TORLONI et al., 1986).

Nos últimos anos um crescimento considerável na implantação de novos sistemas de pisciculturas em tanques-rede em grandes represas pode ser uma nova forma de impacto ambiental. Entretanto, seus impactos sobre o ecossistema aquático ainda não foram bem elucidados, requerendo assim estudos para uma melhor compreensão dos seus efeitos sobre a biota e qualidade de água (AGOSTINHO et al., 2007; RAMOS et al., 2008). Sob esta óptica, MARGALEF (1968) argumenta que quase todas as atividades humanas resultam em interferências nos ecossistemas naturais, que normalmente refletem na diminuição da biodiversidade.

A utilização de sistemas de criação de organismos aquáticos em gaiolas ou tanques-rede iniciou-se há mais de 50 anos, no Delta do rio Mekong, na Ásia (BEVERIDGE, 1984; MEDEIROS, 2002; CASTAGNOLLI, 2000). Em nosso país, este sistema ganhou impulso em meados da década de 1990, principalmente na região Sudeste (ONO, 1998; MEDEIROS, 2002; BRANDÃO et al., 2004), tendo como modelo zootécnico, as tilápias (*Oreochromis niloticus* e suas linhagens). Atualmente, essa atividade encontra-se em expansão nas grandes represas brasileiras, sendo este fato relacionado com incentivos governamentais, na forma de linhas de financiamentos e *marketing*, patrocinados por programas como PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e FEAP (Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista) (SEAP, 2008). Assim, segundo autores

como ALVES et al. (2004), HERMES-SILVA et al. (2004), REIS et al. (2004) e SANTAMARIA et al. (2004) essa atividade tem sido vista como uma nova forma de aproveitamento dos recursos hídricos interiores em águas sob o domínio da União.

Especificamente, a estrutura física dos tanques-rede deve permitir um fluxo contínuo de água, aumentando assim a oxigenação e remoção das excretas e outros resíduos metabólicos dos peixes, além de propiciar a retirada das sobras de alimento (BEVERIDGE, 1996). Contudo, de modo similar ao que ocorre na criação de peixes em tanques escavados, no sistema de tanques-rede há entrada contínua de matéria orgânica decorrente do arraçamento e saída de matéria representada pela conversão em biomassa (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Entretanto, porcentagem considerável de matéria orgânica é disponibilizada no ecossistema aquático na forma da ração não aproveitada pelos animais em cultivo e efluentes (excretas e metabólitos) (MUNDAY et al., 1992; PERSSON, 1988; PILLAY, 2004).

BEVERIDGE (2004) e PILLAY (2004) relatam que até 30% da matéria orgânica (ração) destinada à produção do pescado em sistemas de cultivo, não são aproveitados. No caso de rações comerciais brasileiras onde o percentual de fósforo orgânico varia entre 0,50 a 3% (CARVALHO et al., 2008a), quantidades relativamente altas deste nutriente são disponibilizadas no meio aquático. Desta maneira, um aspecto relevante é o processo de eutrofização (BEVERIDGE, 2004; PILLAY, 2004), uma vez que o fósforo é o elemento chave para indução deste processo (ESTEVES, 1998; PILLAY, 2004). Ressalta-se que os impactos ambientais das pisciculturas em tanques-rede estão diretamente relacionados com a espécie cultivada, técnicas de manejo, densidade de produção, tipo de ração e hidrodinâmica local (BEVERIDGE, 2004; WU, 1995; PAWAR et al., 2002).

Alguns autores discutem as interferências geradas por este tipo de atividade zootécnica em diferentes ambientes dulcícolas mundiais. Por exemplo, ALVES et al. (2004),

observaram no Córrego do Arribada (baixo rio Tietê, SP) aumento no processo de sedimentação e na concentração de nutrientes no sedimento próximo aos tanques de cultivo, após um curto período de tempo da implantação da piscicultura, como também observado por KELLY (1993) em lagos da Escócia. HERMES-SILVA et al. (2004) constataram na represa de Machadinho (Rio Uruguai) uma maior abundância zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos na área mais próxima aos tanques-rede, como também observado para comunidade bentônica por MENEZES & BEIRUTH (2003) na represa de Guarapiranga (São Paulo) e por DIAS (2008), para comunidade zooplanctônica na represa de Rosana (São Paulo). DIAZ et al. (2001) observou na represa de Alicura (Argentina), incremento na biomassa de algas e mudanças na abundância da comunidade fitoplanctônica local. COSTA-PIERCE & SOEMARWOTO (1990) relatam que para as represas Sauling e Cirata na Indonésia, a falta de fiscalização levou a instalação descontrolada de tanques, acarretando um rápido processo de eutrofização artificial.

Estudos recentes realizados na represa de Nova Avanhandava (baixo rio Tietê) (PAES, 2006) e Jurumirim (alto rio Paranapanema) (ZANATTA, 2007) e Chavantes (médio rio Paranapanema) (CARVALHO et al., 2008b) evidenciam que ainda não há diferenças na qualidade da água entre trechos utilizados para pisciculturas em tanques-rede e trechos sem a interferência desta atividade. Porém, RAMOS et al. (2008) encontraram diferenças significativas na dieta de espécies de peixes residentes nessa represa, como *Plagioscion squamosissimus*, *Astyanax altiparanae* e *Metynnis maculatus*, agregadas aos tanques-rede em relação à exemplares capturados em trechos sem interferência do cultivo. Neste sentido, BEVERIDGE (2004) e ECHE (2008), evidenciaram que as pisciculturas em tanques-rede nas represas podem causar alterações das cadeias tróficas. Ainda, PAES (2006) relata que há diferenças quanto à diversidade e abundância da ictiofauna, uma vez que foi constatada uma maior diversidade e abundância de peixes junto aos tanques em relação a um trecho sem a

influência dos mesmos, como também observado por TROELL & BERG (1997) para o lago Kariba no Zimbábue. Desta maneira, HÅKANSON (2005), CARVALHO et al. (2008b) e RAMOS et al. (2008) discutem que estas alterações estão possivelmente relacionada com a disponibilização de nutrientes, (metabólitos e restos de ração) oriundo do manejo zootécnico da atividade. Além disto, há registro na literatura que outros grupos animais como aves, répteis, anfíbios e mamíferos são atraídos (BEVERIDGE, 1984) em busca de alimento e refúgio neste habitat artificial (CARVALHO, 2006; LANDELL, 2007).

Em relação aos ambientes marinhos, estudos sobre impactos dessas atividades estão mais aprofundados. Neste sentido, autores como CARSS (1990), DEMPSTER et al. (2002), BEVERIDGE (2004), BOYRA (2004), FELSING et al. (2005), GIANNOULAKI et al. (2005), MACHIAS et al. (2004, 2005 e 2006), constataram que as piscicultura atraem a ictiofauna residente, uma vez que nas mediações deste tipo de sistema, encontra-se uma maior abundância de organismos, em relação ao ambiente natural. HONKANEN & HELMINEN (2000), KARAKASSIS et al. (2000), DEMIR et al. (2001), NICKELL et al. (2003), FELSING et al. (2005), HUBERT et al. (2006), SARA et al. (2007), YUCEL-GIER et al. (2007), evidenciaram que há uma maior abundância de organismos bentônicos no sedimento sob influência dos tanques. HONKANEN & HELMINEN (2000), KARAKASSIS et al. (2002), PAWAR et al. (2002), CARROL et al. (2003), NICKELL et al. (2003), HUBERT et al. (2006), YUCEL-GIER et al. (2007), observaram enriquecimento orgânico no sedimento nas proximidades do cultivo, sendo que em alguns casos ocorreu anoxia do sedimento. Também, HONKANEN & HELMINEN (2000), DEMIR et al. (2001), SOTO & NORAMBUENA (2004); PITTA et al. (2005), YUCEL-GIER et al. (2007), encontraram pequenas diferenças na qualidade da água em áreas próximas as pisciculturas e aumento da produção primária devido a disponibilização de nutrientes. HONKANEN & HELMINEN (2000), KARAKASSIS et al. (2005), DALGAARD & KRAUSE-JENSEN (2006),

TSAPAKIS et al. (2006), evidenciaram aumento na biomassa de perifíton e algas em áreas utilizadas para pisciculturas em tanques-rede. Além destes, BEVERIDGE (2004) E PILLAY (2004) elencam outros impactos sobre o ecossistema aquático, como a perda de habitat, redução da biodiversidade, escapes de espécies não nativas oriundas dos cultivos, introdução de patógenos e uso de produtos químicos para controle de doenças.

Assim, considerando a crescente expansão dessa atividade no Brasil, detentor de cinco milhões de hectares de água doce e da maior fauna de peixes do mundo, estudos enfocando as interferências nos ecossistemas aquáticos são de fundamental importância para o ordenamento dessa atividade. Desta maneira, estudos comparativos sobre a biologia populacional (alimentação, crescimento e reprodução) de espécies de peixes associadas a sistemas de tanques-rede em águas continentais podem ser importantes ferramentas para o entendimento dos processos ecológicos relacionados a esta atividade.

Referências

- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F.; PETRERE, M. Itaipu reservoir (Brazil): Impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: COWX, I.G. (Ed.) **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Oxford: Fishing New Books, 1994. p.171-184.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; SUZUKI, H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Eds.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: Brazilian Academic of Sciences and Backhuy Publishers, 1999. p.227-265.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Máringa: EDUEM, 2007. 500p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Banco de Informações de geração**. Brasília: ANEEL, 2006. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2006.
- ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.E.; LEONARDO, A.F.G. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre a sedimentação no Córrego do Arribada (baixo Tietê - SP). 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, 2004. 71p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact**. Rome: FAO (Fisheries Technical Paper, 255). 1984. 131p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 2ª ed. Oxford: Fishing News Book, 1996. 346p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 3ª ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 368p.
- BOYRA, A.; SANCHEZ-JEREZ, P.; TUYA, F.; ESPINO, F.; HAROUN, R. Attraction of wild coastal fishes to an Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canária, canary Islands. **Environ. Biol. Fish.**, v.70, p.393-401, 2004.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.39, n.4, p.357-362, 2004.
- CARROL, M.L.; COCHRANE, S.; FIELER, R.; VELVIN, R.; WHITE, P. Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. **Aquaculture**, v.226, p.165-180, 2003.
- CARSS, D.N. Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. **Aquaculture**, v.90, p.29-40, 1990.
- CARVALHO, E.D.; SILVA, V.F.B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim (Alto do rio Paranapanema, São Paulo). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais**. São Paulo: FAPESP, v.1, p.771-799, 1999.

CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas.** 2006. 46p. Relatório de pesquisa (FAPESP) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CARVALHO, E.D.; DAVID, G.M. **A modelagem da capacidade suporte ambiental no reservatório da UHE de Chavantes (braço do rio Paranapanema): indicativo do número admissível de pisciculturas em tanques-rede.** 2008a. 30f. Relatório de pesquisa (FINEP) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J.; RAMOS, I.P; REZENDE-AYROZA, D.M.M.; AYROZA, L.M. **Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da U.H.E. de Chavantes, médio rio Paranapanema.** 2008b. 45f. Relatório de pesquisa (FINEP) vol.1 - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável. In: VALENTI, W.C. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

COSTA-PIERCE, B.A.; SOEMARWOTO, O. (Eds). **Reservoir fisheries and development for resettlement in Indonesia.** Philippines: ICLARM Technical Report 23, 1990. 378p.

DALGAARD, T.; KRAUSE-JENSEN, D. Monitoring nutrient release from fish farms with macroalgal and phytoplankton bioassays. **Aquaculture**, v.256, p.302-310, 2006.

DEMIR, N.; KIRKAGAC, M.U.; PULATSÜ, S.; BEKCAN, S. Influence of trout cage culture on water quality, plankton and benthos in an Anatolian dam lake. **Isr. J. Aquacult.**, v.53, n.3-4, p.115-127, 2001.

DEMPSTER, T.; SANCHEZ-JEREZ, P.; BAYLE-SEMPERE, J. T.; GIMÉNEZ-CASALDUERO, F.; VALLE, C. 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, 2002.

DIAS, J.D. 2008. **Impacto da piscicultura em tanques-rede sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em um reservatório subtropical, Brasil.** 2008. 47f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

DIAZ, M.M.; TEMPORETTI, P.F.; PEDROZO, F.L. Response of phytoplankton to enrichment from cage fish farm waste in Alicura reservoir (Patagonia, Argentina). **Lake. Reserv. Res. Manage.**, v.6, p.151-158, 2001.

ECHE, L.M.F. **Cultivo de peixes em tanques-rede: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos.** 2008. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

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**, v.243, p.159-174, 2005.

GIANNOULAKI, M.; MACHIAS, A.; SOMARAKIS, S.; KARAKASSIS, I. Wild fish spatial structure in response to presence of fish farms. **J. Mar. Biol. Assoc. UK.**, v.85, p.1271-1277, 2005.

HÅKANSON, L. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish cage farm emissions. **Lake. Reserv. Res. Manage.**, v.10, p.71-80, 2005.

HERMES-SILVA, S.; SARDÃO, B.T.N.; SANTAMARIA, F.; NUÑER, A.P.O.; ZANIBONI-FILHO, E. 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, 2004. 71p.

HONKANEN, T.; HELMINEN, H. Impacts of fish farming on eutrophication: comparisons among different characteristics of ecosystem. **Int. Rev. Hydrobiol.**, v.85, n.5-6, p.673-686, 2000.

HUBERT, F.N.; PELLAUD, M.; GRAMITO, S. Environmental effects of marine fish pond culture in the Ria Formosa (Southern Portugal). **Hydrobiologia**, v.555, p.289-297, 2006.

KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; HATZIYANMI, E.; PAPADOPOULOU, K.N.; PLAITI, W. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. **J. Mar. Sci.**, v.57, p.1462-1471, 2000.

KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; SMITH, C.J.; RUMOHR, H. Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. **Mar. Ecol-Prog. Ser.**, v.227, p.125-133, 2002.

KARAKASSIS, I.; PITTA, P.; KROM, M.D. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. **Sci. Mar.**, v.69, p.313-321, 2005.

KELLY, L.A. Release rates and biological availability of phosphorus released from sediments receiving aquaculture wastes. **Hydrobiologia**, v.253, p.367-372, 1993.

LANDELL, M. C. **Avaliação do desempenho de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Trewavas, 1983) em tanques-rede na represa de Jurumirim/alto do rio Paranapanema**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LATINI, A.O.; PETRERE Jr., M. Reduction of native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fish. Manag. Ecol.**, v.11, p.71-79, 2004.

MACHIAS, A.; KARAKASSIS, I.; LABROPOULOU, M.; SOMARAKIS, S.; PAPADOPOULOU, K.N.; PAPACONSTANTINOU, C. Changes in wild fish assemblages

after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. **Estuarine Coastal Shelf Sci.**, v.60, p.771-779, 2004.

MACHIAS, A., KARAKASSIS, I., SOMARAKIS, S., GIANNOULAKI, M., PAPADOPOULOU, K.N., SMITH, C. The response of demersal fish communities to the presence of fish farms. **Mar. Ecol-Prog. Ser.**, v.288, p.241-250, 2005.

MACHIAS, A.; GIANNOULAKI, M.; SOMARAKIS, S.; MARAVELIAS, C.D.; NOFITOU, C.; KOUTSOUBAS, D.; PAPADOPOULOU, K.N.; KARAKASSIS, I. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. **Aquaculture**, v.261, p.809-816, 2006.

MARGALEF, R. **Perspectives in ecological theory**. Chicago: University of Chicago Press, 1968. 111p.

MEDEIROS, F.C. **Tanque-rede: mais tecnologia e lucro na piscicultura**. Cuiabá: Centro América, 2002. 110p.

MENEZES, L.C.B.; BEYRUTH, Z. 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, 2003.

MUNDAY, B.W.; ELEFThERIOU, A.; KENTOURI, M.; DIVANACH, P. **The interactions of aquaculture and the environment: a bibliographical review**. Bruselas: Commission of the European Communities, Directorate General for Fisheries, 1992. 325p.

NICKELL, L.A.; BLACK, K.D.; HUGHES, D.J.; OVERNELL, J.; BRAND, T.; NICKELL, T.D.; BREUER, E.; HARVEY, S.M. Bioturbation, sediment fluxes and benthic community structure around a salmon cage farm in Loch Creran, Scotland. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.285-286, p.221-233, 2003.

ONO, E. A. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Rio de Janeiro/RJ: Fundação Biblioteca Nacional, 1998. 41p.

ORSI, M.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanque de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v.6, n.2, p.557-560, 1999.

PAES, J.V.K. **A ictiofauna associada e as condições limnológicas numa área de influência da criação de tilápias em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava**. 2006. 183f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PAIVA, M.P. Impactos das grandes represas sobre o meio ambiente. **Ciênc. Cult.**, v.9, n.35, p.1274-1282, 1983.

PAWAR, V.; MATSUDA, O.; FUJISAKI, N. Relationship between feed input and sediment quality of the fish cage farms. **Fish. Sci.**, v.68, p.894-903, 2002.

PENCZAK, T.; GALICKA, W.; MOLINSKI, M.; KUSTO, E.; ZALEWSKI, M. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **J. Appl. Ecol.**, v.19, n.2, p.371-393, 1982.

PERSSON, G. Environmental impact and nutrient emissions from salmonid fish culture. In: FRENCH-SWEDISH LIMNOLOGICAL SYMPOSIUM, Thonon-les-Bains, Francia. **Proceedings of French-Swedish Limnological Symposium, Thonon-les-Bains**: INRA, 1988. p.215-226.

PILLAY T.V.R. **Aquaculture and the environment**. 2^a ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 194p.

PITTA, P.; APOSTOLAKI, E.T.; GIANNOULAKI, M.; KARAKASSIS, I. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. **Estuarine Coastal Shelf Sci.**, v.65, p.501-512, 2005.

RAMOS, I.P.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P.; CARVALHO, E.D. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). **Acta Limnol. Bras.**, v.20, n.3, p.245-252, 2008.

REIS, R.S.; ESPINDOLA, E.L.G.; SEVERI, W. Avaliação do estado trófico dos reservatórios em cascata do rio São Francisco. 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, 2004. 71p.

SANTAMARIA, F.M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. Cultivo de jundiás em tanques-rede: efeito sobre a qualidade da água do reservatório de Machadinho, 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, 2004. 71p.

SANTOS, G.B.; FORMAGIO, P.S. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Inf. Agropec.**, v.203, n.21, p.98-106, 2000.

SARA, G.; MARTIRE, M.L.; BUFFA, G.; MANNINO, A.M.; BADALAMENTI, F. The fouling community as a indicator of fish farming impact in Mediterranean. **Aquacult. Res.**, v.38, p.66-75, 2007.

SECRETARIA ESPECIAL AQUICULTURA E PESCA - SEAP. **Aquicultura no Brasil**. Brasília: 2008. Disponível em <<http://www.presidencia.gov.br/seap>> Acesso em: 25 set. 2008.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada à aquicultura. **Bol. Téc. Centro de Aquicultura Unesp**, v.1, 1995. 72p.

SOTO, D.; NORAMBUENA, F. Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. **J. Appl. Ichthyol.**, v.20, p.493-501, 2004.

TORLONI, C.E.C.; CORREA, A.R.A.; CARVALHO Jr., A.A.; SANTOS, J.J. **Reprodução de peixes autóctones reofílicos no reservatório de Promissão, Estado de São Paulo**. São Paulo: CESP, 1986. 14p.

TROELL, M.; BERG, H. Cage fish farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment. **Aquacult. Res.**, v.28, p.527-544, 1997.

TSAPAKIS, M.; PITTA, P.; KARAKASSIS, I. Nutrients and fine particulate matter released during sea bass (*D. labrax*) farming. **Aquat. Living Resour.**, v.19, p.69-75, 2006.

TUNDISI, J.G. Represas como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de represas: estrutura, funções e aspectos sociais**. São Paulo: FAPESP, 1999. v.1, p.19-38.

YUCEL-GIER, G.; KUCUKSEZGIN, F.; KOCAK, F. Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). **Aquacult. Res.**, v.38, p.256-267, 2007.

ZANATTA, A.S. **Tilapicultura em ecossistemas aquáticos: Desenvolvimento sustentável ou degradação ambiental? Estudo de caso em represa oligotrófica**. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ZOCCHI, P. **Paranapanema: da nascente à foz**. São Paulo: Horizonte Geográfico/Audichromo, 2002. 132p.

WU, R.S.S. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. **Mar. Pollut. Bull.**, v.31, n.4-12, p.159-166, 1995.

Biologia populacional de *Pimelodus maculatus*

Os peixes ósseos formam a maior classe de vertebrados, com cerca de 24.610 espécies conhecidas, distribuídas em 57 ordens, 482 famílias e aproximadamente 4.258 gêneros, (NELSON, 1994). Segundo REIS et al. (2003), existem aproximadamente 13.000 espécies de água doce, sendo que cerca de 6.000 são encontradas na região Neotropical.

O grupo dos Siluriformes com mais de 2.400 espécies, distribuídas em 34 famílias e 412 gêneros, ocorre em todos os continentes, exceto Antártica (NELSON, 1994; HELFMAN et al., 1997). Destas, mais de 40% das espécies estão na região Neotropical, com grande número na Amazônia (PY-DANIEL & COX-FERNANDES, 2005). Especificamente, a família Pimelodidae é constituída por aproximadamente 300 espécies e 50-60 gêneros (MEES, 1974), havendo ainda dúvidas taxonômicas. Ainda, Pimelodidae é o grupo mais diversificado de bagres da região Neotropical, com 29 gêneros e 94 espécies endêmicas (LUNDBERG & LITTMANN, 2003; FERRARIS, 2007; ESCHMEYER, 2008), sendo o gênero *Pimelodus* o mais especioso com 29 espécies (RIBEIRO et al., 2008).

Neste sentido, a espécie *Pimelodus maculatus* (Figura 01) foi descrita em 1803 por Lacépède, sendo sua localidade tipo o rio da Prata na Argentina (FOWLER, 1951). A espécie possui como características morfológicas, perfil dorsal anterior elevado, superfície dorsal da cabeça rugosa coberta por uma pele muito fina. Barbilhão maxilar estendendo-se além da base da nadadeira caudal nos jovens, não alcançando a base da nadadeira caudal em exemplares acima de 15 cm de comprimento. Nadadeira adiposa de base curta, sendo seu comprimento menor do que a distância que separa a ponta do focinho da parte posterior da órbita. Três a cinco séries de grandes máculas ao longo do corpo, sendo que as nadadeiras dorsal, adiposa e caudal frequentemente apresentam máculas escuras, ocorrendo esporadicamente sobre as nadadeiras peitoral, ventral e anal. Ainda, pode alcançar 50 cm de comprimento total (BRITSKI et al., 1999).

Em relação à ocorrência, é uma espécie de ampla distribuição geográfica, sendo encontrada na Amazônia, Guianas, Venezuela, Peru, Bolívia, Argentina, Bacia do Paraná, Bacia do Prata, rio Uruguai e rio Iguaçu (FOWLER, 1951; RINGUELET et al., 1967; GODOY, 1987; BRITSKI et al., 1988; REIS et al., 2003). Ainda, é uma das espécies mais abundantes da bacia do Paraná, sendo assim, um importante constituinte da ictiofauna de rios e riachos (LOLIS & ANDRIAN, 1996; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; LIMA-JUNIOR & GOITEIN, 2006) e de águas lênticas (CARVALHO, 1991; AGOSTINHO et al., 1997a; AGOSTINHO et al., 1997b; BRAGA & GOMIERO, 1997; ALVES et al. 1998; BRAGA, 2001; SUZUKI et al., 2005). Ressalta-se que no Nordeste brasileiro, esta espécie foi introduzida em açudes a partir de 1934, quando se iniciou os povoamentos experimentais executados pela Comissão Técnica de Piscicultura da antiga Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca, aumentando sua área de distribuição (I.F.O.C.S., 1940 in BARBOSA et al., 1988).

Quanto à pesca artesanal, é um dos quatro principais pescados capturados comercialmente na bacia do alto rio Paraná (CESP, 1994; AGOSTINHO, 1995; VERMULM Jr. et al., 2001; NOVAES, 2008). Neste sentido, BRAGA (2000), relata que *Pimelodus maculatus* foi uma das espécies mais representativas na pesca artesanal/profissional em quatro represas do rio Tietê, em uma no rio Paraná e em uma no rio Grande. Desta maneira, observa-se a importância da espécie para as populações ribeirinhas e indiretamente sua abundância nos corpos d'água brasileiros.

A respeito das táticas alimentares, *Pimelodus maculatus* é caracterizada como uma espécie onívora generalista, com ampla plasticidade alimentar, incluindo em sua dieta desde material vegetal (sementes, frutos, partes de vegetais superiores e algas), invertebrados (minhocas, moluscos e artrópodes) até peixes (BONETTO, 1963; BAIZ & CABRERA, 1968; NOMURA et al., 1972; OLIVA et al., 1981; BASILE-MARTINS et al., 1986; LOLIS &

ANDRIAN, 1996; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; RESENDE, 2000; HAHN & FUGI, 2007; SILVA et al., 2007). Neste sentido, autores como LOLIS & ANDRIAN (1996), LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN (2000), CALLISTO et al. (2002), SILVA et al., (2007) discutem que *Pimelodus maculatus* é capaz de explorar praticamente todos os níveis tróficos do ecossistema aquático.

Segundo SANTOS et al. (2007), em relação as características do sistema digestório, esta espécie apresenta a cavidade bucofaríngea com mucosa pregueada longitudinalmente e epitélio estratificado pavimentoso. O esôfago apresenta o mesmo tipo de epitélio com predominância de células mucosas. Também, o estômago é diferenciado em região cárdica, fúndica e pilórica. A mucosa é continuamente revestida por um epitélio simples cilíndrico, a lâmina própria possui glândulas tubulares que se ramificam gradativamente e consistem de um tipo celular denominado oxinticopépticas, relacionadas com a síntese de ácido clorídrico e pepsinogênio. Ainda, o intestino apresenta vilosidades revestidas por um epitélio simples cilíndrico com planura estriada e células caliciformes. Na camada submucosa do duodeno é observada a abertura do colédoco, sendo o epitélio do tipo simples cilíndrico sem células caliciformes.

Autores como GODINHO (1967), MENIN & MIMURA (1992) e LOLIS & ANDRIAN (1996) inferem que características morfológicas associadas as suas táticas alimentares possibilitam a plasticidade alimentar e onivoria observada em *Pimelodus maculatus*. Ainda, segundo (LUZ-AGOSTINHO et al., 2006), a espécie não apresenta restrições morfológicas para captura de presas, uma vez que ingere organismos de tamanhos, formas e habitats variados.

Outro aspecto importante dessa espécie é a mudança da dieta em função da ontogenia, onde, indivíduos de menor porte consomem principalmente Chironomidae (pupa e larva) e organismos bentônicos muito pequenos, enquanto que indivíduos de maior porte

consomem além dos itens anteriores, presas maiores como peixes e crustáceos (BASILE-MARTINS et al., 1986; LIMA-JUNIOR & GOITEIN, 2003; SILVA et al., 2007). Segundo LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2003), este fato está relacionado com a utilização dos barbilhões por indivíduos de menor porte na orientação química, enquanto que os indivíduos de maior porte utilizam além da orientação química, a orientação visual desenvolvida. Ainda, estes mesmo autores discutem que a mudança ontogenética da dieta esta relacionada com o tamanho da boca.

Quanto à atividade alimentar, *Pimelodus maculatus* faz a tomada de alimento principalmente nos períodos noturno e matutino, com decréscimo no período vespertino. Isso permite explorar organismos ativos durante o dia e a noite, sendo o pico da tomada de alimento entre as oito e 12 horas (LOLIS & ANDRIAN, 1996). Entretanto, DE CROUX, (1996) discute que o período de baixa luminosidade é o de maior atividade da espécie (movimentação e alimentação). Ainda, *Pimelodus maculatus* apresenta maior tomada de alimento nos períodos que antecedem a início da maturação das gônadas, como observado por BASILE-MARTINS et al. (1986), LOLIS & ANDRIAN (1996), BENNEMANN (1996), BENNEMANN et al. (2000), LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2004) e ANDRADE & BRAGA (2005) que registraram uma maior atividade alimentar nos períodos de outono e inverno.

Enfatiza-se, que para *Pimelodus maculatus* o fator determinante de sua dieta é a disponibilidade de recursos, uma vez que a espécie é reconhecidamente oportunista (LOLIS & ANDRIAN, 1996; MONTALTO et al. 1999; CALLISTO et al., 2002; ANDRADE & BRAGA, 2005; GARCÍA & PROTOGINO, 2005; SILVA et al., 2007). Assim, devido a todos os seus atributos ecológicos relacionados à alimentação, pode apresentar uma rápida resposta a um recurso alimentar abundante temporariamente. Neste sentido, LOBÓN-CERVÍÁ & BENNEMANN (2000) colocam que *Pimelodus maculatus* possui táticas alimentares específicas, em termos sazonais e ambientais, dependendo da disponibilidade de

recursos alimentares. Alguns trabalhos como de MONTALTO et al. (1999) e GARCÍA & PROTOGINO (2005) evidenciaram altas incidências de moluscos invasores (*Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* respectivamente) na dieta de exemplares provenientes do médio rio Paraná e do rio da Prata, demonstrando o caráter oportunista da espécie.

Em relação aos aspectos reprodutivos, *Pimelodus maculatus* apresenta fêmeas maiores que machos (FENERICH et al., 1975; BASILE-MARTINS et al., 1986; BARBOSA et al., 1988; BRAGA, 2000) sendo 44 cm, o maior comprimento registrado para fêmeas e de 38 cm para machos (BARBOSA et al., 1988). Também, a espécie apresenta variações no comprimento de primeira maturação das gônadas dependendo do ecossistema aquático. Assim, FENERICH et al., (1975) constataram para o rio Jaguari (SP) que a primeira maturação das gônadas ocorre em comprimentos de 18 e de 19 cm, para machos e fêmeas respectivamente. BARBOSA et al., (1988), na represa de Bariri – SP, observaram a primeira maturação das gônadas para fêmeas aos 12 cm e aos 12,5 para machos. BRAGA (2000), para a represa de Volta Grande – SP/MG, verificou o comprimento de primeira maturação das gônadas em fêmeas de 27,8 cm e machos de 25,5 cm. DEITOS et al., (2002), apresenta para a represa de Corumbá, tamanhos de primeira maturação das gônadas de 15,6 cm para machos e de 17,8 cm para fêmeas. Desta maneira, infere-se que *Pimelodus maculatus* se ajusta às variações ambientais, apresentando comprimentos de primeira maturação das gônadas inconstantes.

Especificamente quanto à anatomia das gônadas, a espécie é dióica, apresentando testículos e ovários pares, localizadas na porção dorsal da cavidade abdominal, ligeiramente abaixo dos rins e bexiga natatória (GODINHO et al., 1974; CRUZ & SANTOS, 2004). Ainda, seus testículos são franjados, possuindo de 73 a 132 franjas, sendo que as mesmas apresentam-se maiores em testículos maduros em relação aos outros estágios de maturação. Também, os machos apresentam atividade espermatogênica na região cranial dos testículos

enquanto a região caudal possui função secretora (CRUZ & SANTOS, 2004). Para as fêmeas, GODINHO et al. (1974) relatam que a espécie apresenta aumento do tamanho e peso das gônadas durante o processo de maturação dos oócitos, sendo que a cor dos ovários varia de ligeiramente rosados (em repouso e/ou imaturo), passando por tons de amarelo (maturação e/ou maduros), a ligeiramente marrom (desovado). Apresenta oócitos maduros com diâmetro médio de 290,99 μ sendo que a amplitude varia de 109,41 a 984,69 μ . Ainda, sua fecundidade relativa (números de oócitos em relação ao comprimento total) aumenta gradativamente com o comprimento do indivíduo, sendo de aproximadamente 200×10^{-3} oócitos para fêmeas com cerca de 36 cm.

Pimelodus maculatus é considerada uma espécie migradora (DEITOS et al., 2002), que pode realizar deslocamentos de até 1.000 km (BONETTO, 1963; GODOY, 1967). Entretanto, segundo DORIA & ANDRIAN (1997) e AGOSTINHO et al. (2003) as exigências fisiológicas relacionadas ao sucesso reprodutivo são bem menores. Quanto ao período de reprodução, este varia de acordo com o ambiente, mas sempre estando compreendido entre outubro a março, período correspondente aos maiores índices pluviométricos na região da bacia do Alto Paraná. Neste sentido, BASILE-MARTINS et al., (1975), observaram para exemplares do rio Jaguari - SP, o início do período reprodutivo em outubro com a desova ocorrendo em dezembro. GODINHO et al., (1977), também para o rio Jaguari - SP, registraram o período de postura entre dezembro e fevereiro. VAZZOLER et al., (1997), para bacia do rio Paraná, observou o início do período reprodutivo em outubro e seu fim em março. BRAGA (2000) no reservatório de Volta Grande – MG/SP observou o período reprodutivo entre outubro e fevereiro. DEITOS et al., (2002), na represa de Corumbá – GO, observaram o período reprodutivo entre novembro e janeiro. LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2006), para o rio Piracicaba – SP registraram atividade reprodutiva entre a primavera e verão. Um fato interessante, é que para a represa de Marimbondo – MG/SP, a espécie em questão

apresentou fêmeas em atividade reprodutiva durante todo ano (BAZZOLI et al., 1997). Entretanto, BRAGA (2001), DEITOS (2002) e MAIA et al. (2007) relatam que *Pimelodus maculatus* não se reproduz em zonas lânticas das represas, procurando trechos lóticos durante o período de reprodução. Assim, constata-se que a espécie provavelmente utilize as áreas lânticas das represas para alimentação e crescimento enquanto que áreas ainda lóticas são utilizadas para reprodução.

Ainda, quanto ao tipo de desova, as fêmeas de *Pimelodus maculatus* apresentam desova parcelada, com maturação de lotes de oócitos em diferentes momentos do período reprodutivo (GODINHO et al., 1974 e 1977; BASILE-MARTINS et al., 1975; BAZZOLI et al., 1997). Alguns autores discutem a influência de fatores ambientais sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus*. Segundo BASILE-MARTINS et al., (1975) a espécie inicia a maturação dos oócitos com temperaturas em torno de 22° C, sendo que a desova ocorre em temperaturas próximas a 25° C e quando o nível do rio está um metro acima do normal. Adicionalmente, a espécie em questão tende a se reproduzir em locais levemente ácidos com altas concentrações de oxigênio dissolvido, sendo estas condições encontradas normalmente, apenas a jusante ou em trechos ainda lóticos do corpo principal das represas (DEITOS et al., 2002).

Desta maneira, podemos relacionar o fato da espécie não se reproduzir no corpo principal das represas a ausências das condições ambientais adequadas. Sendo assim, o sucesso reprodutivo de *Pimelodus maculatus* deve estar relacionado com essas flutuações das condições ambientais vigentes nos diferentes ecossistemas aquáticos.

Em relação à estrutura populacional, *Pimelodus maculatus* apresenta proporções entre sexos que varia desde uma fêmea para um macho nos rios Jaguari – SP, Tietê – SP, São Francisco - MG (BASILE-MARTINS et al., 1986; BARBOSA et al., 1988; SATO & PAVANELLI, 2004 respectivamente) a 1,5 fêmeas e 2,23 fêmeas para um macho no rio

Paraná - PR e Piracicaba - SP respectivamente (SATO & PAVANELLI, 2004; LIMA-JUNIOR & GOITEIN, 2006). Assim, a espécie também apresenta variações espaciais na proporção entre sexos, em resposta as condições ambientais locais, como observado anteriormente para a questão do comprimento de primeira maturação das gônadas.

Ainda, segundo BASILE-MARTINS et al. (1986) e DEITOS et al. (2002) *Pimelodus maculatus* apresenta estruturação espacial da população em relação a idade e comprimento, sendo que em áreas com águas mais calmas (lênticas, e planícies de inundação), ocorre uma maior frequência de indivíduos jovens, consequentemente de classes de tamanhos inferiores, ao passo que em trechos lóticos, ocorre uma predominância de indivíduos adultos e de indivíduos de maior porte. Quanto ao crescimento, ressalta-se que dados sobre taxa de crescimento de *Pimelodus maculatus* são escassos na literatura, havendo apenas dois relatos. Assim, FENERICH et al. (1975) apresenta taxas de crescimento maiores para machos (0,21) em comparação com as fêmeas (0,19) do rio Jaguari e Piracicaba – SP, ao contrário do encontrado por BRAGA (2000), onde as fêmeas possuem uma maior taxa de crescimento (0,43) em relação aos machos (0,35). Entretanto, tais valores não são passíveis de comparação, uma vez que BRAGA (2000) não apresenta a metodologia utilizada para obtenção da taxa de crescimento. Ainda, estes mesmos autores apresentam dados sobre a idade de *Pimelodus maculatus*. Assim, FENERICH et al., (1975) observou machos com idade máxima de quatro anos, enquanto as fêmeas atingiram até seis anos enquanto que BRAGA (2000) observou machos com idade máxima de três anos e meio e fêmeas com idade máxima de cinco anos. Estes fatos demonstram que os machos possuem uma menor longevidade em relação às fêmeas.

Assim, com base em todos os atributos ecológicos mencionados, *Pimelodus maculatus* apresenta características que lhe permitem ajustar-se de formas diferentes em locais e condições ambientais distintas. Desta maneira, a espécie é capaz de conseguir um

bom ajuste em ambientes que sofram distúrbios antrópicos, aumentando sua abundância e até mesmo distribuição, como observado por AGOSTINHO et al. (1999), após o fechamento dos reservatórios de Rosana, Três Irmãos e Corumbá.

Referências

- AGOSTINHO A.A. Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros. In: COMASE ELETROBRAS. **Seminário sobre Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro**: Reuniões temáticas preparatórias. Rio de Janeiro, 1995. p.8-19.
- AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997a. p.229-248.
- AGOSTINHO, A.A.; JULIO-Jr, H.F.; GOMES, L.C.; BINI, L.M.; AGOSTINHO, C.S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997b. p.179-208.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; SUZUKI, H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Eds.). **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. São Carlos: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, 1999. p.227-265.
- AGOSTINHO A.A.; GOMES L.C.; SUZUKI H.I.; JÚLIO Jr., H.F. Migratory fish of the upper Paraná River Basin, Brazil. In: CARLSFELD, J.; HARVEY, B.; BAER, A.; ROSS, C. (Eds.). **Migratory Fishes of South America**: biology, social importance and conservation status. Canadá: World Fisheries Trust Edition, 2003. p.19-98.
- ALVES, C.B.M.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P.; TORQUATO, V.C. A ictiofauna da represa de Itutinga, rio Grande (Minas Gerais – Brasil). **Rev. Bras. Biol.**, v.58, p.121-129, 1998.
- ANDRADE, P.M.; BRAGA, F.M.S. Diet and feeding of fish from Grande River, located below the Volta Grande Reservoir, MG-SP. **Braz. J. Biol.**, v.65, n.3, p.387-394, 2005.
- BAIZ, M. L.; CABRERA, S. E. Alimentación natural del bagre amarillo (*Pimelodus clarias*) de la zona de Punta Lara (Río de la Plata). **CARPAS**, v.44, p.1-7, 1968.
- BARBOSA J.M.; MORAES M.N.; FERREIRA A.; CAMPOS, E.C. Aspectos da estrutura populacional da mandiua *Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) na represa Bariri, rio Tietê, Estado de São Paulo. **Bol. Inst. Pesca**, v.15, n.2, p.123-133, 1988.
- BASILE-MARTINS, M.A.; GODINHO, H.M.; FENERICH, N.A.; BARKER, J.M.B. Influência de fatores abióticos sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). **Bol. Inst. Pesca**, v.4, p.1-14, 1975.
- BASILE-MARTINS, M.A.; CIPÓLLI, M.N.; GODINHO, H.M. Alimentação do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) de trechos do rio Jaguari e Piracicaba, São Paulo - Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.13, p.17-29, 1986.

BAZZOLI, N.; CANGUSSU, L.C.V.; RIZZO, E.; SANTOS, G.B. Reprodução e desova de mandis *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) nos reservatórios de Furnas, Marimondo e Itumbiara. **Bios**, v.5, p.7-15, 1997.

BENNEMANN, S.T. **Dinâmica trófica de uma assembléia de peixes de um trecho do rio Tibagi (Sertanópolis, Paraná)**. 1996. 142f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A.; GARAVELLO, J.C. **Peixes do rio Tibagi uma abordagem ecológica**. Londrina: Editora UEL, 2000. 62p.

BONETTO, A.A. Investigaciones sobre migraciones de peces en los rios de la cuenca del Plata. **Cienc. Invest.**, v.19, n.1-2, p.12-26, 1963.

BRAGA, F.M.S.; GOMIERO, L.M. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, Rio Grande, MG-SP. **Bol. Inst. Pesca**, v.24, p.131-138, 1997.

BRAGA, F.M.S. Biologia e pesca de *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MGSP). **Acta Limnol. Bras.**, v.12, p.1-14, 2000.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (OSTEICHTHYES) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, Sudeste do Brazil. **Iheringia Sér. Zool.**, v.91, p.67-74, 2001.

BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco)**. 3 ed. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 1988. 143p.

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal: manual de Identificação**. Brasília: Embrapa, 1999. 184p.

CALLISTO, M.; VONO, V.; BARBOSA, F.A.R.; SANTEIRO, S.M. Chironomidae as a food resource for *Leporinus amblyrhyncus* (Teleostei: Characiformes) and *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes) in a Brazilian reservoir. **Lundiana**, v.3, n.1, p.67-73, 2002.

CARVALHO, E.D. **Estudo da composição da ictiofauna do represa de Jurumirim (rio Paranapanema, SP): aspectos da diversidade, abundância e a dinâmica de populações (crescimento, reprodução e nutrição)** 1991. 101f. Relatório de pesquisa (Fundunesp) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. **Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994**. São Paulo: CESP, 1994. 81p.

CRUZ, R.J.G.; SANTOS, J.E. Testicular structure of three species of neotropical freshwater pimelodids (Pisces, Pimelodidae). **Rev. Bras. Zool.**, v.21, n.2, p.267-271, 2004.

DE CROUX, M.J.P. Crescimiento de juveniles de *Pimelodus clarias maculatus* (Pisces, Pimelodidae) em condiciones experimentales: efecto del fotoperiodo. **Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral**, v.27, n.2, p.95-102, 1996.

DEITOS, C.; BARBIERI, G.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H. I. Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá reservoir, Brazil. **Cybium**, v.26, p.275-282, 2002.

DORIA, C.R.C.; ANDRIAN, I.F. Variation in energy content of somatic and reproductive tissues, related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borellii* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). **Rev. Unimar**, v.19, p.421-437, 1997.

ESCHMEYER, W.N. **The catalog of fishes on line**. (Versão on-line, atualizada em 19 setembro de 2008). Disponível em <<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>> Acesso em: 25 nov. 2008.

FENERICH, N.A.; NARAHARA, M.Y.; GODINHO, H.M. Curva de crescimento e primeira maturação sexual do mandi, *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). **Bol. Inst. Pesca**, v.4, p.1-28, 1975.

FERRARIS Jr., C.J. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**, v.1418, p.1-628, 2007.

FOWLER H.W. **Os peixes de água doce do Brasil**. São Paulo: Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura, 1951. p.405-625. (Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, 6).

GARCÍA, M.L.; PROTOGINO, L.C. Invasive Freshwater molluscs are consumed by native fishes in South America. **J. Appl. Ichthyol.**, v.21, p.34-38, 2005.

GODINHO, H. Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um Siluroidei *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803. **Rev. Bras. Biol.**, v.27, n.4, p.425-433, 1967.

GODINHO, H.M.; FERRI, S.; MEDEIROS, L.O.; BACKER, J.M.B. Morphological changes in the ovary of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei) related to the reproductive cycle. **Rev. Bras. Biol.**, v.34, p.581-588, 1974.

GODINHO, H.M.; BASILE-MARTINS, M.A.; FENERICH, N.A.; NARAHARA, M.Y. Fecundidade e tipo de desova do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). **Rev. Bras. Biol.**, v.37, p.737-744, 1977.

GODOY M.P. Dez anos de observações sobre a periodicidade migratória de peixes do rio Mogi Guassu. **Rev. Bras. Biol.**, v.27, n.1, p.1-12, 1967.

GODOY, M.P. **Peixes do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1987. 572p.

HAHN, N.S.; FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios BRASILEIROS: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecol. Bras.**, v.11, n.4, p.469-480, 2007.

- HELFMAN, G.S.; COLLETTE, B.B.; FACEY, E.D. **The diversity of fishes**. Oxford: Backwell Science, 1997. 544 p.
- LIMA-JÚNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Ontogenetic diet of a neotropical catfish, *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae): An ecomorphological approach. **Environ. Biol. Fish.**, v.68, p.73-79, 2003.
- LIMA-JUNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Diet and feeding activity of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) in Piracicaba River (State of São Paulo, Brazil) – the effect of seasonality. **Bol. Inst. Pesca**, v.30, n.2, p.135-140, 2004.
- LIMA-JUNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP Brasil). **Bol. Inst. Pesca**, v.32, n.1, p.87-94, 2006.
- LOBÓN-CERVIÁ, J.; BENNEMANN, S.T. Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric, neotropical omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* and *Pimelodus maculatus* in Rio Tibagi (Paraná, Southern Brazil). **Arch. Hydrobiol.**, v.149, n.2, p.285-306, 2000.
- LOLIS, A.A.; ANDRIAN, I.F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.23, p.187-202, 1996.
- LUNDBERG, J.G.; LITTMANN, M.W. Family Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS-Jr., C.J. (Eds.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p.432-446.
- LUZ-AGOSTINHO, K.D.G.; BINI, L.M.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO, H.F. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. **Neotrop. Ichthyol.**, v.4, n.1, p.61-68, 2006.
- MAIA, B.P.; RIBEIRO, S.M.F.; BIZZOTTO, P.M.; VONO, V.; GODINHO, H.P. Reproductive activity and recruitment of the yellow-mandi *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Pimelodidae) in the Igarapava Reservoir, Grande River, Southeast Brazil. **Neotrop. Ichthyol.**, v.5, n.2, p.147-152, 2007.
- MEES, G.F. Auchenipteridae and Pimelodidae. **Zool. Verh.**, v.132, p.115-246, 1974.
- MENIN, E.; MIMURA, O.M. Anatomia funcional comparativa do estômago de três peixes Teleostei de hábito alimentar onívoro. **Rev. Ceres**, v.39, n.223, p.233-260, 1992.
- MONTALTO, L.; OLIVEROS, O.B.; EZCURRA DE DRAGO, I.; DEMONTE, L.D. **Peces del río Paraná medio predadores de una especie invasora: *Limnoperna fortunei*** (Bivalvia, Mytilidae). Santa Fe/Argentina: FABICIB, UNL, 1999. v.3, p.85-103.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 600p.

NOMURA, H.; POZZI, R.; MANREZA, F.A. Caracteres merísticos e dados biológicos sobre o mandi-amarelo, *Pimelodus clarias* (Bloch, 1782), do Rio Mogi-Guaçu (Pisces, Pimelodidae) **Rev. Bras. Biol.**, v.32, n.1, p.1-14, 1972.

NOVAES, J.L.C. **Estudo comparativo da pesca artesanal em dois grandes reservatórios do alto Paraná: Barra Bonita (rio Tietê) e Jurumirim (rio Paranapanema)**. 2008.250f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

OLIVA, A.; UBEDA, C.A.; VIGNES, I.E.; URIONDO, A. Contribución al conocimiento de la ecología alimentaria del bagre amarillo (*Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803), del Río de la Plata (Pisces, Pimelodidae). **Rev. Mus. Cienc. Nat.**, v.1, p.30-50, 1981.

PY-DANIEL, L.H.R.; COX-FERNANDES, C. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. **Acta Amaz.**, v.35, n.1, p.97-110, 2005.

REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS Jr, C.J. (Orgs.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.

RESENDE, E.K. Trophic structure of fish assemblages in the lower Miranda river, Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, v.60, p.389-403, 2000.

RINGUELET, R.A.; ARAMBURU, R.H.; ARAMBURU, A.A. **Los peces argentinos de agua dulce**. Argentina: Comisión de Investigación Científica, 1967. 302 p.

RIBEIRO, F.R.V.; LUCENA, C.A.S.; LUCINDA, P.H.F. Three new *Pimelodus* species (Siluriformes: Pimelodidae) from the rio Tocantins drainage, Brazil. **Neotrop. Ichthyol.**, v.6, n.3, p.455-464, 2008.

SANTOS, C.M.; DUARTE, S.; SOUZA, T.G.L.; RIBEIRO, T.P.; SALES, A.; ARAÚJO, F.G. Histologia e caracterização histoquímica do tubo gastrintestinal de *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae, Siluriformes) no reservatório de Funil, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v.97, n.4, p.411-417, 2007.

SATO, M.C.B.; PAVANELLI, E.G.C. Digenea de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) das bacias dos rios São Francisco e Paraná, Brasil. **Parasitol. Latinoam.**, v.59, n.3-4, p.123-131, 2004.

SILVA, E.L.; FUGI, R.; HAHN, N.S. Variações temporais e ontogenéticas na dieta de um peixe onívoro em ambiente impactado (reservatório) e em ambiente natural (baía) da bacia do rio Cuiabá. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.29, n.4, p.387-394, 2007.

SUZUKI, H.I.; BULLA, C.K.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Estratégias reprodutivas de assembleias de peixes em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. Londrina: Rima, 2005. p.223-236.

VAZZOLER, A.E.A.M.; SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M.A. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A.E.A.M.;

AGOSTINHO, A.A.; HOHN, N.S. (Eds.). **A planície de inundação do alto Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p.249-265.

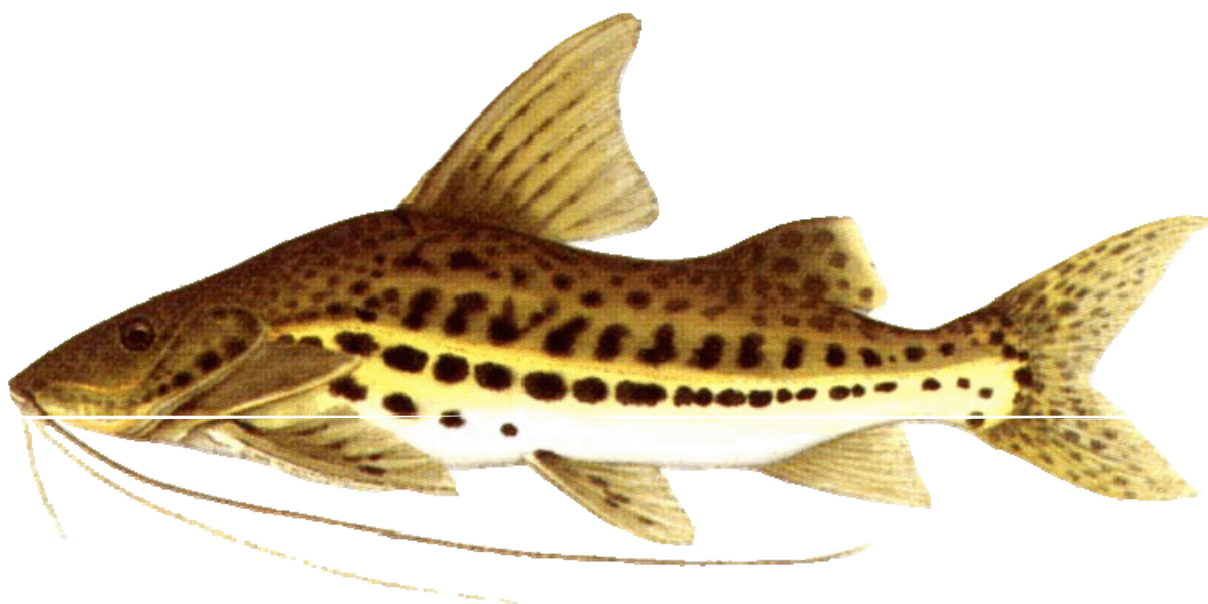
VERMULM JR. H.; GIAMAS, M.T.D.; CAMPOS, E.C.; CÂMARA, J.J.C.; BARBIERI, G. Avaliação da pesca extrativista em alguns rios do Estado de São Paulo, no período entre 1994 e 1999. **Bol. Inst. Pesca**, v.27, nº2, p.209-217, 2001.

Objetivos gerais

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de sistemas de criação de peixes em tanques-rede sobre a dieta e estrutura populacional de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, a espécie mais abundante junto aos sistemas de pisciculturas em tanques-rede no reservatório de Chavantes (médio rio Paranapanema).

Desta maneira o presente trabalho visa fornecer informações sobre os possíveis impactos deste tipo de atividade sobre a biologia populacional de *Pimelodus maculatus*, uma importante espécie da ictiofauna brasileira, em termos ecológicos e sócio-econômicos. Assim, espera-se fornecer informações para melhor compreensão das interações ecológicas entre a ictiofauna agregada a esses sistemas, colaborando para o ordenamento dessa controversa atividade econômica. Adicionalmente, fornecer informações básicas sobre alguns aspectos da biologia populacional da referida espécie de peixe.

Sendo assim, para alcançar os objetivos propostos, estão apresentados na forma de dois capítulos, os resultados sobre esta temática.



1º Capítulo

Dieta de *Pimelodus maculatus* sob influência de sistemas de piscicultura em tanque-rede.

Resumo

Historicamente, a ictiofauna de grandes rios brasileiros vem sendo submetida a impactos, tais como represamentos, introdução de espécies não nativas, contaminação ambiental, perda de vegetação ripária, assoreamento e erosão. Atualmente a implantação intensiva de sistemas de pisciculturas em tanques-rede, pode ser mais uma forma de impacto sobre a biota e a qualidade da água. Tendo em vista, que esta atividade disponibiliza recursos como sobra de rações, efluentes e abrigo à ictiofauna residente. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a influência de sistemas de pisciculturas em tanques-rede na dieta de uma espécie de peixe nativo, *Pimelodus maculatus* a mais abundante nas adjacências desses empreendimentos na represa de Chavantes – SP/PR. Dos exemplares capturados na área de influência dos tanques-rede (Tanque) e na área referencial (Controle) foram obtidos os seguintes dados biológicos: comprimento padrão, peso total, sexo, grau de repleção estomacal. Ainda, os estômagos com itens alimentares foram retirados e fixados. Os itens foram pesados e identificados até o nível taxonômico mais inferior possível, com base na literatura pertinente. A partir destes dados foram calculados o grau de repleção médio (GRM), atividade alimentar (Aa) e índice de importância alimentar (IAi). Os resultados mostram que há diferenças quanto ao GRM e Aa entre os exemplares do trecho Tanque e Controle. Ainda, em relação ao IAi também há diferenças significativas, sendo que para os exemplares do trecho Tanque a principal categoria alimentar é Ração (97,08), enquanto que para os exemplares do trecho Controle é Detrito (27,30), Insetos aquáticos (22,35), Vegetais (21,48) e Moluscos (21,46). Com base nesses resultados pode-se concluir que, há uma grande influência destes sistemas de piscicultura em tanques-rede em represas sobre a dieta dessa espécie com hábito onívoro. Desta forma, os exemplares que são atraídos para as adjacências desse sistema estão aproveitando de forma direta os recursos alimentares (restos de ração) disponibilizados pelo manejo zootécnico, enquanto que os exemplares que ocupam outras áreas desse ecossistema aquático apresentam uma dieta onívora que é compatível com a disponibilidade dos recursos alimentares autóctones. Ainda, considera-se que esta nova tática alimentar de *Pimelodus maculatus*, certamente está contribuindo para mitigar os impactos ambientais relativos à eutrofização.

Palavras-chaves: dieta, ictiofauna agregada, tanques-rede, impacto, *Pimelodus maculatus*

Abstract

Historically, the Brazilian ichthyofauna of large rivers have been subjected to impacts, such as impoundments, introduction of non-native species, environmental contamination, loss of riparian vegetation, erosion and siltation. Currently, the implantation of intensive systems in cage fish farms, may be considered a new impact on water quality and biota. This activity provides resources to the resident fishes, as ration, effluent, and refuge. Thus the present work aims to characterize the influence of systems in cage fish farms in the diet of a native fish species, *Pimelodus maculatus* the most abundant in the vicinity of these enterprises in the Chavantes Reservoir - SP/PR. The standard length, weight, sex, degree of stomach fullness were obtained of specimens captured in the influence area of the cage farms (Cage farm) and the reference area (Control), and the stomachs with contents were removed and fixed. The items were weighed and identified to the lowest taxonomic level, based in the relevant literature. From these data were calculated the degree of fullness average (GRM), feeding activity (Aa) and Alimentary Index (AI). The results presents that there are differences in the GRM and Aa between the Cage farm and Control stretches. In addition, significant differences for the IAI were observed, where specimens of Cage stretch farm presented Ration as its main food category (97.08), while for the specimens of Control stretch the main food resources were Detritus (27.30), Aquatic insects (22.35), Vegetables (21.48) and Molluscs (21.46). It can be conclude that these systems play a great influence in the diet of this omnivorous species. The fishes that are attracted to the vicinity of the system use directly the food resources (ration remains) provided by the livestock management, whereas the specimens that occupy other areas, present the omnivorous diet, compatible with the availability of local food resources. It is noteworthy that *Pimelodus maculatus* reduce negative impacts on the eutrophication, by using the effluent from fish farms as a food resource.

Key words: diet, aggregate ichthyofauna, cage farms, impact, *Pimelodus maculatus*

Introdução

Historicamente, a ictiofauna de grandes rios brasileiros vem sendo submetida a impactos, tais como represamentos (AGOSTINHO et al., 2007), introdução de espécies não nativas (ORSI & AGOSTINHO, 1999; SANTOS & FORMAGIO, 2000; LATINI & PETRERE, 2004), contaminação ambiental, perda de vegetação ripária, assoreamento e erosão (PAIVA, 1983; TORLONI et al., 1986). Neste contexto, como uma nova forma de impacto temos a crescente implantação de sistemas de pisciculturas em tanques-rede, fortemente incentivada por órgãos governamentais (SEAP, 2008). Entretanto, a real amplitude de seus impactos ainda não se encontra bem elucidada (AGOSTINHO et al., 2007).

Assim, de modo similar ao que ocorre em pisciculturas de tanques escavados, há entrada de matéria orgânica (arraçoamento) e saída pela conversão em biomassa pelo pescado (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Contudo, parte considerável da matéria orgânica é disponibilizada no ecossistema aquático, pela ração não consumida e efluentes (MUNDAY et al. 1992; PERSSON, 1988). Assim, surge uma nova fonte de nutrientes que pode causar problemas relacionados à eutrofização (BEVERIDGE, 1984) e/ou ser utilizada como recurso alimentar pela biota (BEVERIDGE, 2004; RAMOS et al., 2008). Ressalta-se que este fato, pode alterar as interações ecológicas entre os organismos que utilizam áreas próximas a esses sistemas (BEVERIDGE, 2004; HÅKANSON, 2005; ECHE, 2008; RAMOS et al., 2008).

Neste sentido, os impactos da atividade de pisciculturas em tanques-rede ainda necessitam de muito trabalho para seu real entendimento. Enfatiza-se que os impactos dessa atividade em águas costeiras, encontram-se melhor documentados em relação aos de águas continentais. Assim, diversos autores como BEVERIDGE (1984, 1996 e 2004), KARAKASSIS et al. (2000, 2002 e 2005), DEMPSTER et al. (2002), MACHIAS et al. (2004, 2005 e 2006), HÅKANSON (2005), PITTA et al. (2005), CARVALHO (2006), AGOSTINHO et al. (2007), YUCEL-GIER et al. (2007), ECHE (2008), RAMOS et al. (2008) entre outros, discutem a problemática desta atividade em águas costeiras e continentais. Tais

autores citam impactos desde a qualidade da água e do sedimento até implicações sobre a estrutura das taxocenoses bentônica, planctônica e de peixes, além, dos inerentes escapes de peixes do cultivo.

Com base nestes argumentos, o estudo da biologia populacional de organismos abundantes nas adjacências de pisciculturas em tanques-rede, pode fornecer importantes informações sobre o efeito desta atividade sobre a biota e ecossistema. Desta maneira, os peixes podem ser uma boa ferramenta para avaliação desses efeitos, uma vez que possui representantes em quase todos os níveis tróficos. Neste sentido, GERKING (1994) ressalta que os peixes generalistas tróficos em relação aos especialistas, conseguem se ajustar mais rapidamente a mudanças na disponibilidade dos itens alimentares, pois possuem grande plasticidade trófica.

Estudos básicos sobre alimentação de peixes possibilitam estudar a partilha de recursos entre espécies coexistentes e complementar estudos da biologia populacional (dinâmica do crescimento e reprodutiva) (SANTOS, 1978; MOTA et al., 1982; BARBIERI et al., 1982; BARBIERI & BARBIERI, 1984, BENNEMANN et al., 1996). Especificamente, WOOTTON (1992) e GALINA & HAHN (2004), consideram que o estudo da dieta de uma espécie pode ainda fornecer indícios sobre a disponibilidade e abundância de um dado recurso no ambiente.

Assim, estudos aplicados que visem à dieta de peixes onívoros residentes nas adjacências dos tanques-rede podem fornecer importantes informações sobre os efeitos dessa atividade sobre a biota. Desta maneira, a espécie *Pimelodus maculatus*, foi selecionada por apresentar ampla distribuição geográfica, estar presente em quase todos os ecossistemas aquáticos neotropicais (FOWLER, 1951; BRITSKI et al., 1988), hábito alimentar onívoro (BONETTO, 1963; LOLIS & ANDRIAN, 1996; SILVA et al., 2007). Além dessas

características, é abundante em áreas sob influência de pisciculturas em tanques-rede em represas do Alto Paranapanema (ZANATTA, 2007; ZANATTA & CARVALHO, 2008).

Área de estudo

O rio Paranapanema nasce na Serra da Paranapiacaba, no município de Capão Bonito - SP, pertencendo à bacia do Alto Paraná (SAMPAIO, 1944). Inserida neste rio, encontra-se a represa de Chavantes (Figura 01), localizada a 480 m de altitude, sobre o Planalto Ocidental nas coordenadas geográficas 23°43'36.32" S 049°43'52.94" W, entre as cidades de Chavantes - SP e Ribeirão Claro - PR, sendo os principais tributários da represa os rios Verde, Itararé e Paranapanema.

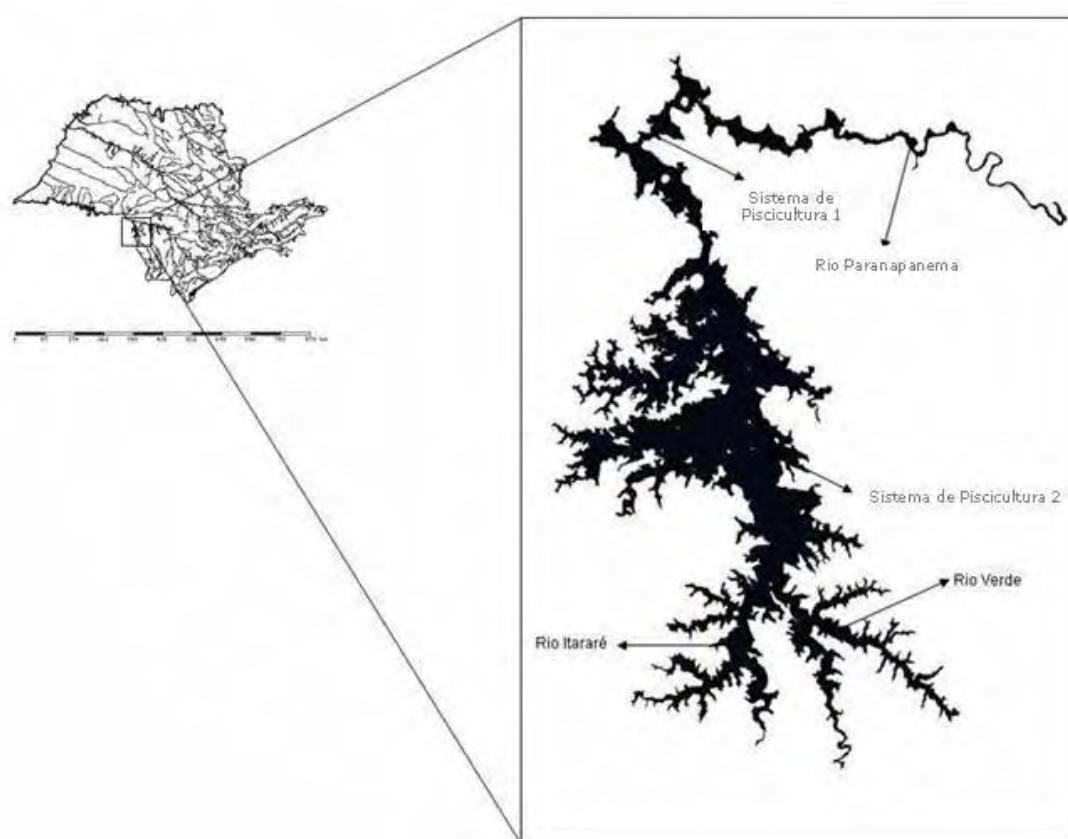


Figura 01. Mapa da rede hidrográfica do Estado de São Paulo, em destaque a represa de Chavantes e seus principais tributários, com os respectivos locais de amostragem ➔ piscicultura 1 (Timburi/Chavantes – PR/SP) e piscicultura 2 (Fartura – SP).

A ocupação do seu entorno, varia desde áreas ocupadas por pastagens, monoculturas e empreendimentos imobiliários até áreas com trechos de mata bem preservada. Quanto ao clima, a área de influência da UHE de Chavantes está situada em um setor de extrema variabilidade climática, pelo fato de pertencer a uma zona de transição entre o clima

tropical e temperado, sendo estabelecida à estação chuvosa no período de outubro a março e estação seca de abril a setembro (DUKE ENERGY, 2002).

Essa represa oligotrófica é do tipo bacia de acumulação, possui área de espelho d'água no nível máximo 400 km², aproximadamente 89 m de profundidade máxima, volume total 9.410x10⁶ m³ e descarga total de 3.252 m³/s, sendo utilizado para geração de energia hidroelétrica, lazer (DUKE ENERGY, 2002), e mais recentemente para atividades de criação de tilápias em tanque-rede, principalmente nas margens do Estado de São Paulo (CARVALHO et al., 2008).

Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar a dieta da espécie *Pimelodus maculatus* sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede na represa de Chavantes.

Material e métodos

Procedimentos no campo

Este estudo foi conduzido em dois diferentes empreendimentos de piscicultura em tanques-rede (trecho Tanque) e em dois locais similares em termos fisiográficos, mas sem influências desta atividade (trecho Controle). Especificamente, um sistema localiza-se nos municípios Timburi/Chavantes (23°07'48,6" S 49°42'0,4" W) contendo aproximadamente 200 tanques-rede e o outro no município de Fartura (23°22'40,49" S 49°35'04,49" W) contendo aproximadamente 500 tanques-rede, ambos pertencentes ao Estado de São Paulo (Figura 2 A e B).

As amostragens de *Pimelodus maculatus* foram realizadas mensalmente de novembro de 2006 a outubro de 2007, como parte do projeto FINEP (nº. 3626/05) (CARVALHO et al. 2008). Os peixes foram capturados com redes de espera, com malhagens de 3 a 18 cm entre nós adjacentes, expostas por aproximadamente 14 horas, realizando-se uma única despesca ao amanhecer.

A captura dos exemplares nos trechos Tanque foi realizada junto às bóias de delimitação dos empreendimentos, instaladas à aproximadamente 2 m de distância dos primeiros grupos de tanques-rede. Os trechos referenciais (Controle) estão localizados a aproximadamente 2.700 m e 1.400 m (Timburi/Chavantes e Fartura, respectivamente) desses empreendimentos. É importante ressaltar que a seleção das áreas referenciais foram feitas com base em estudos limnológicos pilotos realizados previamente (REZENDE-AYROZA et al. 2008).

Exemplares testemunhos (tombo nº 7461) de *Pimelodus maculatus* encontram-se depositados na coleção do Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, Departamento de Morfologia, Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.



Figura 02. Imagem de satélite dos trechos de coleta na represa de Chavantes – SP. A) Piscicultura Timburi/Chavantes; B) Piscicultura Fartura. (Fonte: Google Earth).

Foram determinados, utilizando-se de ictiômetro e balança analítica com precisão em centigramas, os seguintes dados biométricos: 1) comprimento padrão em centímetros (Ls): medida obtida da ponta do focinho até a extremidade da última vértebra; 2) Peso total em gramas (Wt). Após estes procedimentos, os peixes foram dissecados por incisão abdominal mediana, da abertura anal até a região opercular e o sexo dos indivíduos determinado por análise macroscópica das gônadas (visualização a olho nu), avaliando-se características como cor, transparência e vascularização (VAZZOLER, 1996).

Após estes procedimentos, ainda em campo, o estômago dos exemplares foi separado do intestino por uma secção imediatamente anterior aos cecos pilóricos e acondicionados em frascos etiquetados contendo formol 10%. O grau de repleção dos estômagos foi classificado visualmente numa escala de 0 a 4, de acordo com WALSH & RANKINE (1979 in MARÇAL-SHIMABUKU & PERET, 2002), onde: 0 = estômago vazio; 1 = menos de 25%; 2 = entre 25 e 50%; 3 = entre 50 e 75%; 4 = mais de 75%.

Posteriormente, em laboratório, os conteúdos estomacais foram transferidos para placas de Petri e examinados sob estéreomicroscópio. Os itens foram identificados até o nível taxonômico mais inferior possível, com auxílio de chaves de identificação e/ou livros: insetos aquáticos (LEHMKUHL, 1979; MERRITT & CUMMINS, 1996; STRIXINO & STRIXINO, 1982; COSTA et al., 2006), insetos terrestres (GULLAN & CASTRON, 1995), fitoplâncton (JOLY, 1963) e microcrustáceos (RUPPERT & BARNES, 1996; RUPPERT et al., 2005). Após estes os itens foram pesados em balança analítica (0.0001g). Quando este procedimento não foi possível (no caso de pequenos itens) atribuiu-se uma porcentagem em relação ao peso do conteúdo total do estômago.

Análise dos dados

Atividade alimentar: verifica a porcentagem de indivíduos da amostra que continham algum alimento no estômago no momento da captura, ou seja, qual a parcela da amostra que havia realizado forrageamento recente. Assim, esta análise foi aplicada enfocando a amostra total (machos+fêmeas+indefinidos = M+F+I), por sexo, por trimestre e períodos seco/chuvoso.

Grau de Repleção Médio (GRm): verifica a atividade alimentar e suas possíveis variações relacionadas a aspectos temporais (ciclo hidrológico e estações do ano) e espaciais (trechos de coleta), segundo SANTOS (1978). Assim, esta análise foi aplicada enfocando a amostra total, por sexo, por trimestre e períodos seco/chuvoso.

$$GRm = \frac{(0n_0 + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4)}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)}$$

onde:

n 0...4 = número de indivíduos com grau de repleção 0, 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Frequência de ocorrência (FO): expressa o número (porcentagem) de estômagos que contém um determinado item alimentar. Ressalta-se que por ser um método qualitativo, não é considerado o tamanho dos itens ou o número em que ocorrem. Este método fornece informações sobre a seletividade ou preferência do alimento, o espectro alimentar e amplitude de nicho trófico, podendo também descrever a uniformidade com que grupos de peixes selecionam seu alimento (HAHN & DELARIVA, 2003).

Método Gravimétrico: expressam o percentual de abundância de um dado item alimentar, ou seja, a contribuição do peso (gramas) ou volume (mL) de cada categoria (HYSLOP, 1980).

Índice Alimentar (IA_i): utiliza simultaneamente os métodos de ocorrência e gravimétrico, gerando um índice que mostra os principais itens alimentares da dieta de uma determinada população (KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980), adaptado por HAHN et al. (1998). Assim, esta análise foi aplicada enfocando a amostra total, por sexo, classes de tamanho, por trimestre e períodos seco/chuvoso.

$$IA_i = \frac{F_i \times W_i \times 100}{\sum F_i \times W_i}$$

onde:

IA_i = Índice Alimentar

i = 1,2...n, itens alimentares

F_i = frequência de ocorrência do item i (%)

W_i = peso úmido do item i (%).

Distribuição em classes de tamanho (W): fornece o número de classes e a amplitude de cada classe de tamanho. Calculada a partir da fórmula de Sturges (STURGES, 1926) para amostra total.

$$W=R/K$$

onde:

W = amplitude de cada classe (cm);

R = amplitude total dos dados (maior comprimento padrão – menor comprimento padrão);

K = número de classes (1 + 3,222.log N).

Abundância Presa-Específica (P_i): este é um método gráfico que determina e avalia a importância da presa na dieta, estratégia de alimentação e os componentes inter e intra-

individuais da exploração dos nichos (AMUNDSEN et al., 1996), sendo aplicada apenas para amostra total.

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_t) \times 100$$

onde:

P_i = abundância presa-específica da presa i ;

S_i = conteúdo estomacal (peso) compreendido pela presa i ;

S_t = conteúdo estomacal total daqueles predadores que consumiram a presa i .

Amplitude de nicho padronizada (B_i): avalia o nível relativo de especialização (índice de Levin's), utilizando-se da mensuração da uniformidade da distribuição entre os vários itens alimentares utilizados pela espécie (HURLBERT, 1978 in KREBS, 1989). Esta análise foi aplicada apenas para amostra total.

$$B_i = [(\sum_j P_{ij}^2) - 1 / (n - 1)] (n - 1) - 1$$

onde:

B_i = amplitude de nicho padronizada,

P_{ij} = proporção da categoria alimentar j na dieta da espécie i ;

n = número de itens alimentares.

Índice de Morisita-Horn (C_H): consiste em uma simplificação do índice de similaridade de Morisita, variando de 0 a 1, onde zero indica nenhuma similaridade e um alta similaridade (MORISITA, 1959 in KREBS, 1989). Este índice de similaridade também pode ser utilizado para medida de sobreposição de nicho e ainda permite a utilização de valores proporcionais e biomassa (HORN, 1966 in KREBS, 1989). Esse índice fundamenta-se no percentual dos itens alimentares do conteúdo estomacal dos exemplares dos dois trechos estudados, sendo relativamente independente do tamanho da amostra. Assim, os resultados podem representar o

grau de similaridade entre a dieta da espécie em função da variação espacial (Tanque e Controle). Assim, esta análise foi aplicada enfocando a amostra total, por sexo, por trimestre e período seco/chuvoso.

$$C_H = \frac{2\sum P_{ij}P_{ik}}{\sum P_{ij}^2 + \sum P_{ik}^2}$$

onde:

C_H = índice simplificado de Morisita-Horn entre as espécies j e k ;

P_{ij} e P_{ik} = proporção do recurso i utilizado pelas duas espécies;

Agrupamento amostral: Considerando que o principal objetivo do trabalho é caracterizar a dieta de *Pimelodus maculatus* em função da atratividade da piscicultura, aplicaram-se duas abordagens metodológicas comparativas, a fim de agrupar as amostras provenientes de trechos distintos, mas sob as mesmas condições ambientais. Assim, aplicou-se o teste estatístico t de Student para comparar as curvas da relação peso/comprimento para as amostras dos empreendimentos de Timburi/Chavantes e Fartura, e seus respectivos, controles. A segunda, foi a determinação do índice de importância alimentar (IA_i) para os mesmos trechos citados anteriormente e comparação pelo índice de Morisita-Horn. O teste estatístico T mostrou igualdade entre a inclinação da curva da relação peso/comprimento para os trechos Tanque Fartura x Tanque Timburi/Chavantes $\rightarrow t_{\text{calculado}} = 1,9365$ e Controle Fartura x Controle Timburi/Chavantes Controle $\rightarrow t_{\text{calculado}} = 1,3508$. Também, a análise do índice de importância alimentar mostrou similaridade entre os sistemas (Timburi/Chavantes Tanque x Fartura Tanque = 0,83 e Timburi/Chavantes Controle x Fartura Controle = 0,88). Portanto, os lotes amostrais foram agrupados em dois. São eles: lote Tanque que inclui as amostragens realizadas nas pisciculturas de Timburi/Chavantes e Fartura e lote Controle (amostragens realizadas nas áreas referenciais desses empreendimentos).

Resultados

No trecho Tanque foram amostrados 1.142 indivíduos sendo que 397 indivíduos tiveram seu conteúdo estomacal analisado, enquanto que para o trecho Controle dos 270 indivíduos coletados, 130 tiveram seu conteúdo estomacal analisado. Ressalta-se que o aparato de captura utilizado (redes de espera) foi eficaz para amostrar diferentes classes de tamanho de *P. maculatus*.

Quanto à atividade alimentar, os exemplares do trecho Tanque apresentam valores superiores aos do trecho Controle (Figura 03 – A), enquanto, em termos de variação sazonal (período seco e chuvoso), se observa maior diferença no período chuvoso (Figura 03 – B). Essa informação é reforçada quando a análise é feita por trimestre, na qual no trimestre dezembro-fevereiro e março-maio são observadas as maiores diferenças entre os trechos Tanque e Controle (Figura 03 – C).

Em relação ao grau médio de repleção (GRm), pode-se observar que os exemplares coletados no trecho Tanque possuem um valor superior aos exemplares coletados no trecho Controle (Figura 04 – A), sendo este mesmo fato observado nas análises de sazonalidade, isto é, por período seco e chuvoso (Figura 04 – B) e por trimestre (Figura 04 – C). Ressalta-se que para essas análises (atividade alimentar e grau de repleção médio), em todos os casos, o trecho Tanque obteve valores graficamente superiores.

Ainda, na Tabela I observam-se comparativamente a composição das diferentes categorias alimentares entre os trechos Tanque e Controle. Os resultados mostram que os peixes do trecho Tanque utilizam 20 itens alimentares, enquanto que os peixes do trecho Controle utilizam 31 itens, sendo 11 exclusivos deste trecho. Também o teste de Morisita-Horn mostra que não há similaridade entre as dietas de *Pimelodus maculatus* oriundos do trecho Tanque em relação aos do trecho Controle e entre machos e fêmeas do trecho Controle, no entanto há similaridade entre machos e fêmeas do trecho Tanque (Tabela II).

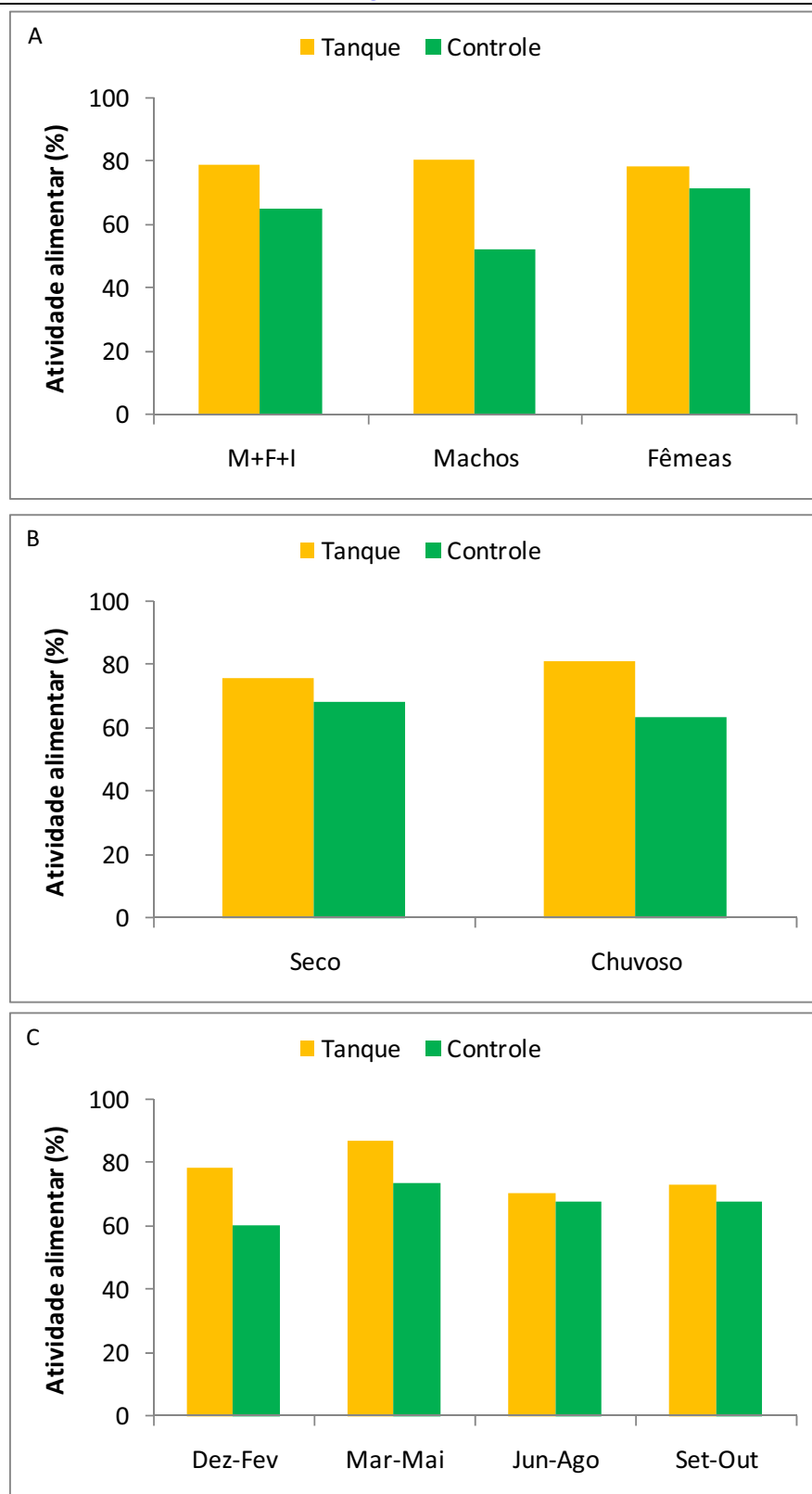


Figura 03. Atividade alimentar de *Pimelodus maculatus*. A) M+F+I, Machos, Fêmeas; B) Período Seco x Chuvoso e; C) Trimestral para os trechos Tanque e Controle.

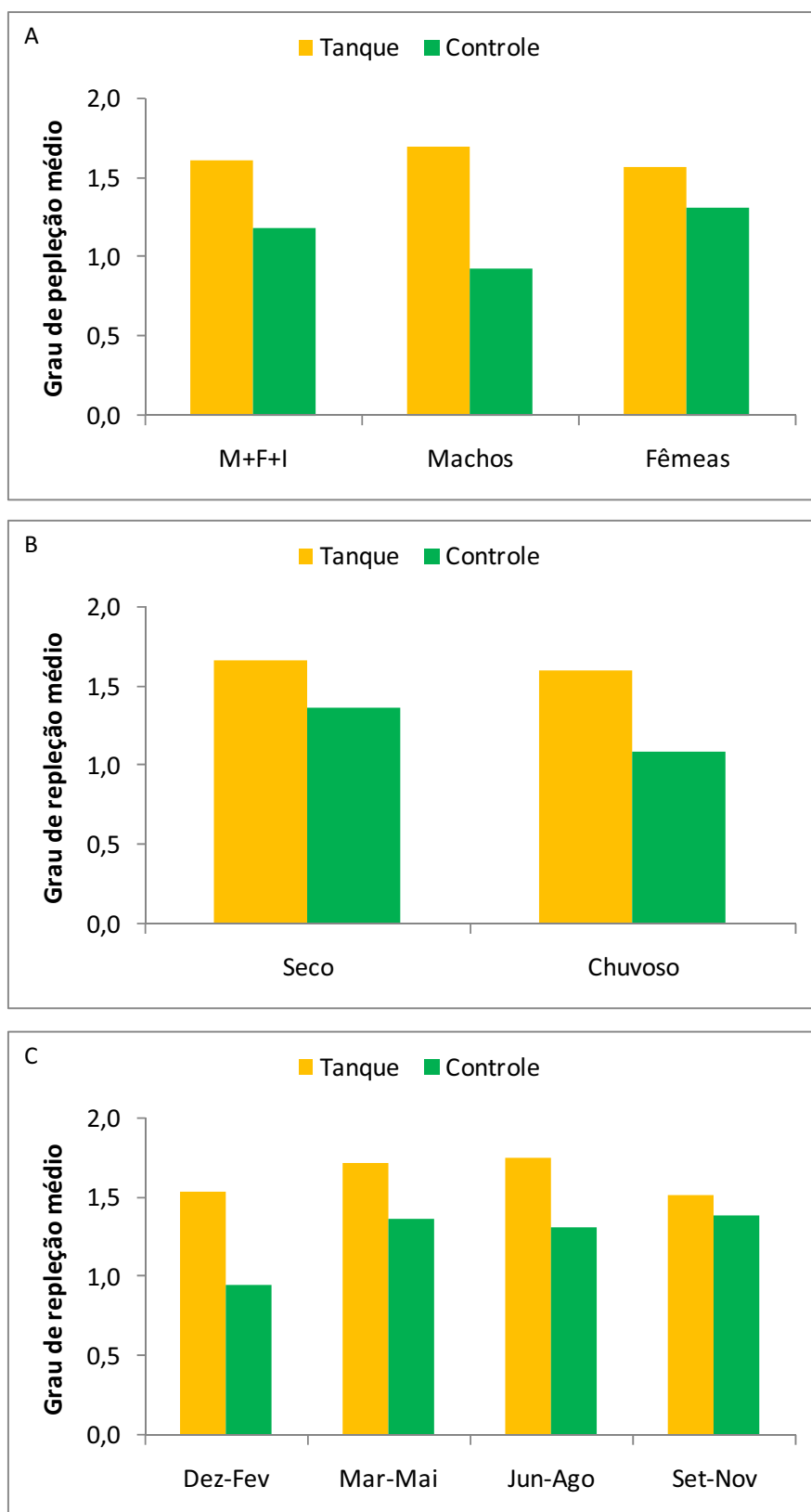


Figura 04. Grau de repleção médio de *Pimelodus maculatus*. A) M+F+I, Machos, Fêmeas; B) Período Seco x Chuvoso e; C) Trimestral para os trechos Tanque e Controle.

Tabela I. Composição geral da dieta de *Pimelodus maculatus*, para os trechos Tanque e Controle.

CATEGORIAS	Ítems	Tanque (n=397)	Controle (n=130)
RAÇÃO	Restos de ração	97,0841348	0,3173088
PEIXES	Fragmentos de músculo e ossos	0,2761670	2,7114028
	Escama	1,9093433	2,1782011
DETRITO	Detrito	0,5505427	27,3043687
VEGETAIS	Fragmento vegetal (raiz, folha, semente e caule)	0,0815215	21,4456830
	Alga filamentosa (preodimante - <i>Spirogyra</i> sp.)	0,0003364	0,0406655
MOLUSCOS	Bivalve	0,0143365	5,4688145
	Gastropode	0,0657710	15,9939396
	Não identificados		0,0012342
INSETOS AQUÁTICOS	Fragmentos de exoesqueleto	0,0031540	7,4767747
	Odonata		
	Fragmentos de exoesqueleto		0,0034945
	Libelulidae (ninfa)		0,1471571
	Gomphidae (ninfa)	0,0012796	2,5011953
	Trichoptera		
	Leptoceridae (larva)	0,0047262	2,2878155
	Diptera		
	Chironomidae (pupa e larva)	0,0048885	9,5155761
	Chaoboridae (larva)		0,0000347
	Ceratopogonidae (larva)	0,0000007	0,0028353
	Ephemeroptera		
	Polymitarcyidae (ninfa)		0,0672934
	Baetidae (ninfa)	0,0000048	0,3078165
	Hemiptera		
	Corixidae	0,0000004	0,0447102
INSETOS TERRESTRES	Diptera		
	Não identificados		0,0006444
	Coleoptera		
	Não identificados	0,0005721	0,1713066
	Hymenoptera		
	Não identificados	0,0001214	0,0141268
OUTROS ARTRÓPODES	Fragmentos de exoesqueleto	0,0015513	0,0242090
	Crustáceos		
	Decapoda		
	Camarão (<i>Macrobrachium</i> sp.)	0,0015477	0,5956176
	Aracnídeos		
	Acarina		0,0000050
OUTROS	Arachnida (aranha)		0,0000099
	Aves		
	Fragmento		0,0030683
	Microcrustáceos		
	Ostracoda	0,0000003	1,2405453
	Protozoários		
	Tecameba		0,0000149
	Invertebrados		
	Ovo de invertebrado		0,1341307
TOTAL DE ÍTEMS (31)		20	31

Tabela II. Similaridade de Morisita-Horn da composição da dieta de *Pimelodus maculatus* entre os trechos Tanque e Controle.

	F+M+I Controle	Fêmeas Tanque	Machos Controle	Seco Tanque	Chuvoso Tanque
F+M+I - Tanque	0,0096837				
Machos - Tanque		0,9996324	0,0044537		
Fêmeas - Controle		0,0106108	0,2943854		
Seco - Controle				0,0045477	
Chuvoso - Controle					0,0134787

Quanto ao índice de importância alimentar (IAi), no trecho Tanque o item mais consumido é Restos de ração (IAi = 97,08), enquanto que no trecho Controle são os itens Detrito (IAi = 27,30), Fragmento vegetal (IAi = 21, 44), Gastropode (IAi = 15,99) e Chironomidae (IAi = 9,51) (Tabela I). Também, observa-se que no trecho Tanque o item Restos de ração é o mais predominante da dieta durante todo o ano, não apresentando grandes variações (Figura 05 – B), enquanto que para o trecho Controle, verificam-se variações sazonais nos principais itens da dieta (Figura 05 – B). Em relação aos períodos seco e chuvoso, observa-se que para o trecho Tanque a categoria mais consumida em ambos os períodos é Ração. Ao passo que no trecho Controle há mudança nas categorias, com os Insetos aquáticos, Moluscos, Vegetais e Detrito predominando no período seco e Detrito, Vegetais, Insetos aquáticos, Moluscos e Peixes no período chuvoso (Figura 06 – A e B, respectivamente). Ainda, na Figura 07 – A e B, verifica-se que não há diferenças entre os sexos para a principal categoria da dieta no trecho Tanque (Ração), enquanto que para o trecho Controle verifica-se que a categoria mais representativa é Vegetais para machos e Detrito, Insetos aquáticos e Moluscos para fêmeas.

Quanto à variação ontogenética da dieta, os exemplares de todas as classes de tamanho do trecho Tanque utilizam quase exclusivamente o item Restos de ração. Ainda, o segundo item mais consumido foi Detrito para indivíduos de até 17,8 cm de comprimento e Peixe para os maiores de 19,8 cm (Figura 08 – A). Para o trecho Controle, observa-se que há

o predomínio de diferentes itens em função do comprimento do animal. Sendo assim, as categorias Insetos aquáticos e Moluscos apresentam tendências de aumento no consumo em função das classes de tamanho, enquanto que as categorias Insetos terrestres, Vegetais, Peixes e Detrito apresentam tendência inversa (Figura 08 – B).

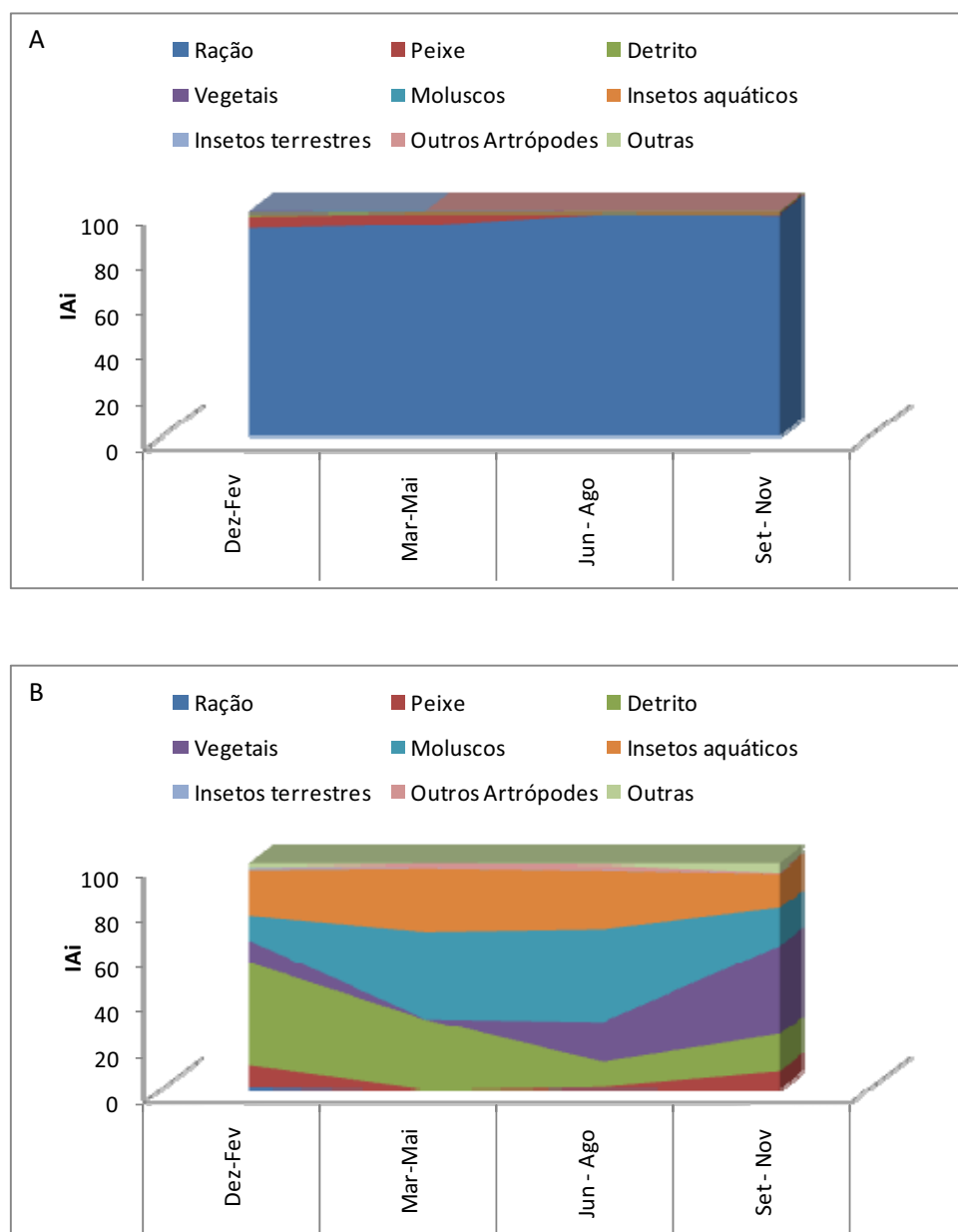


Figura 05. Índice de importância alimentar (IAi) de *Pimelodus maculatus* por trimestre. A) Tanque; e B) Controle.

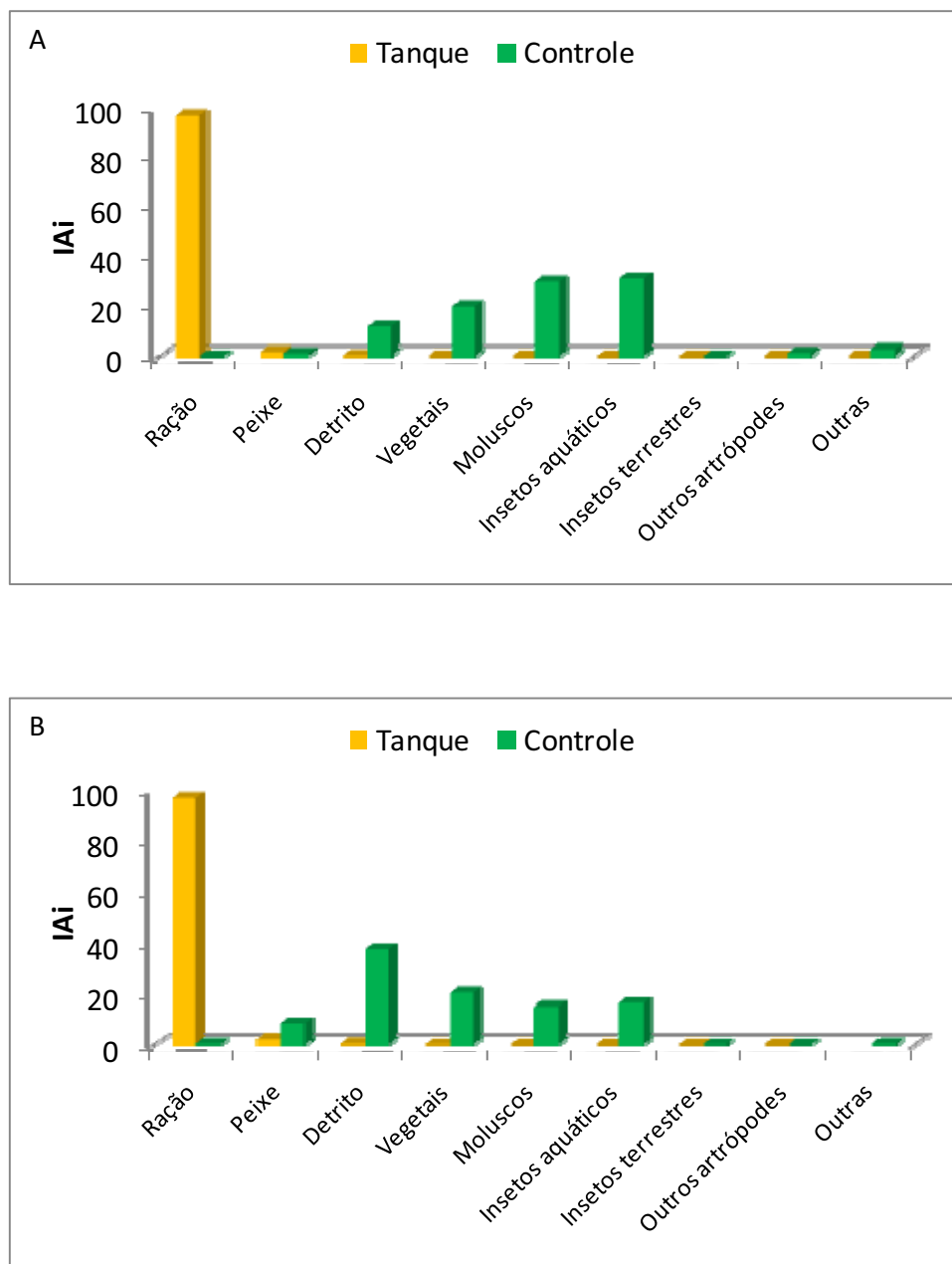


Figura 06. Índice de importância alimentar (IAi) de *Pimelodus maculatus* por período: A) Seco; e B) Chuvoso.

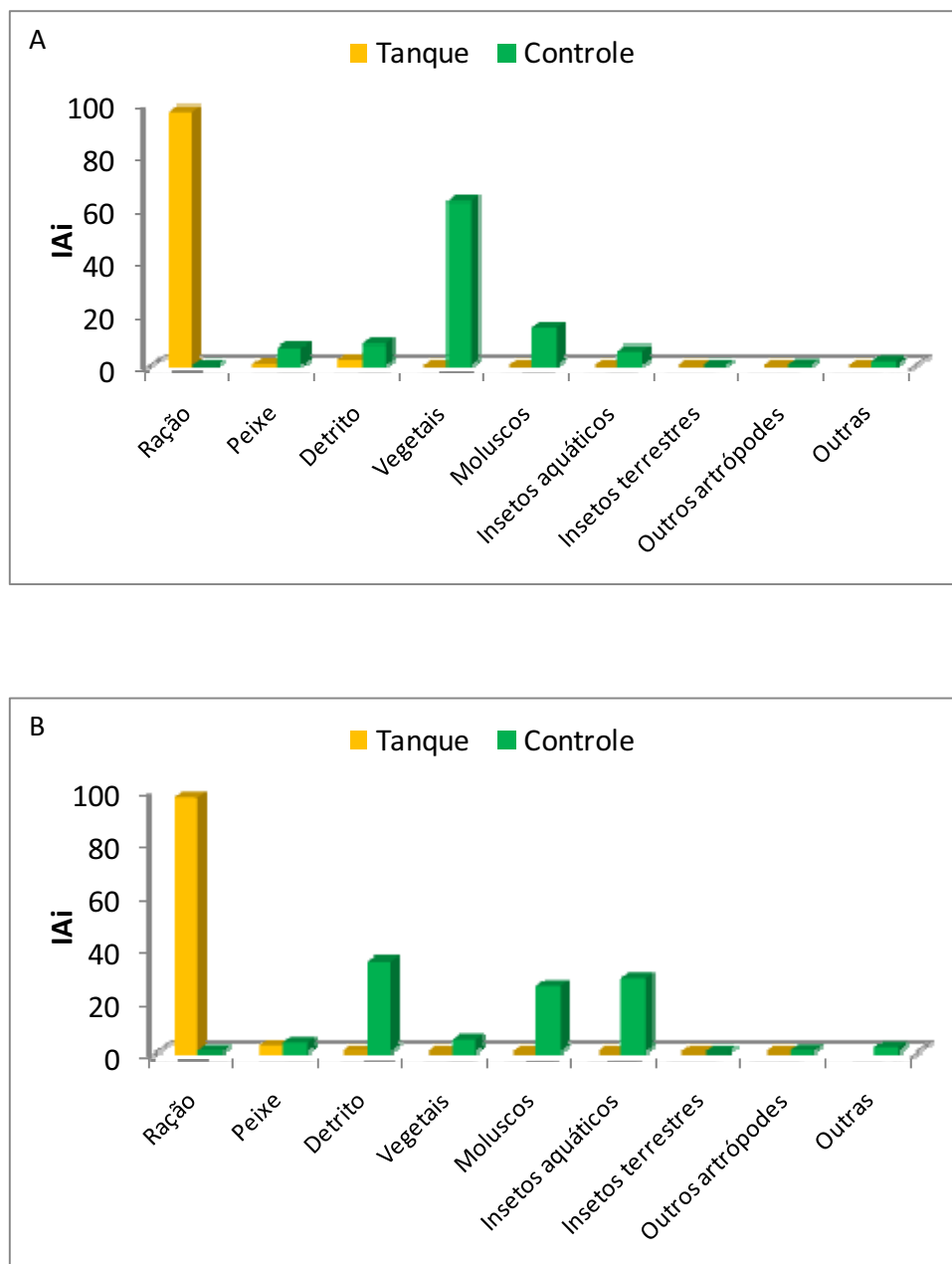


Figura 07. Índice de importância alimentar (IAi) de *Pimelodus maculatus* por sexo: A) Machos; e B) Fêmeas.

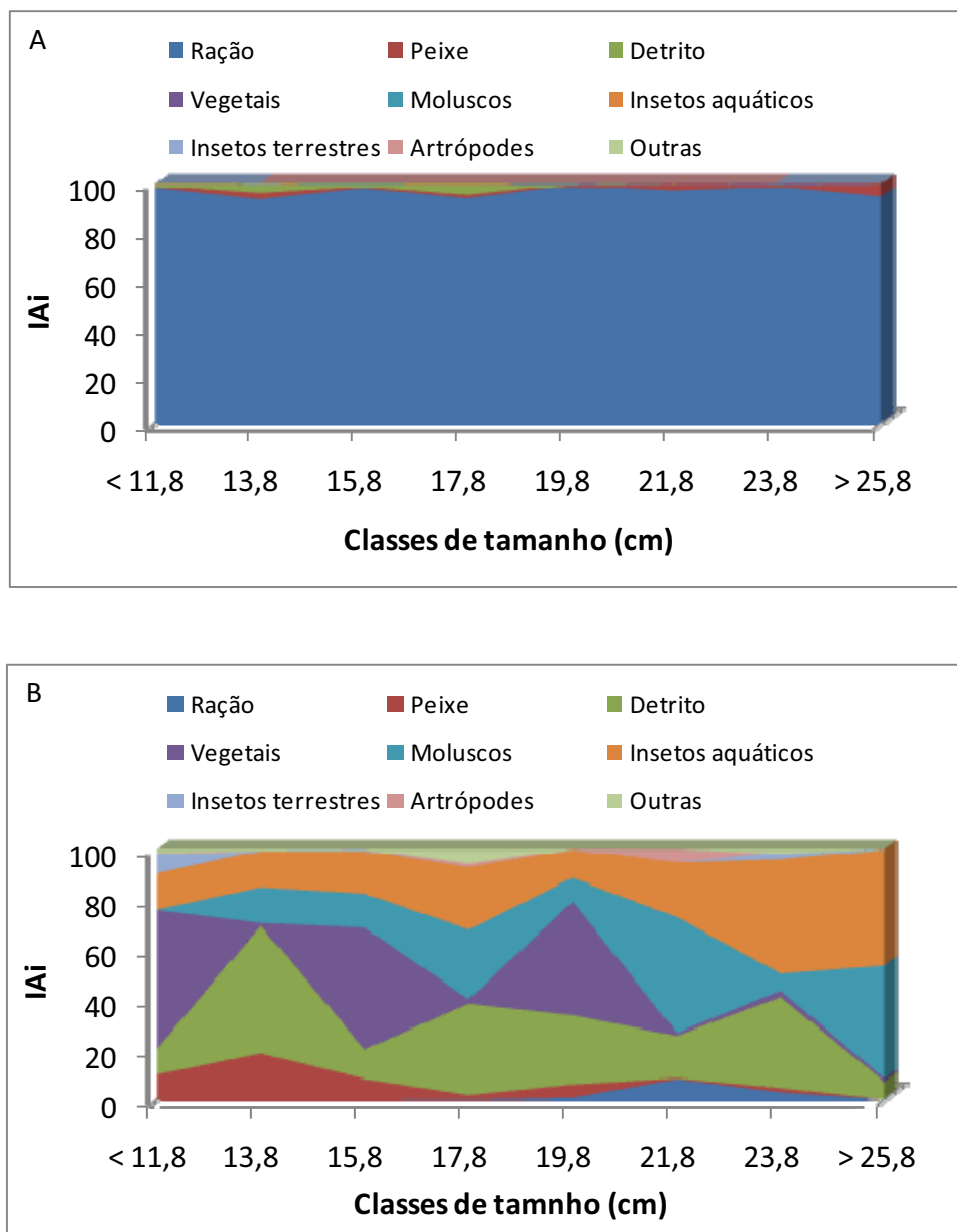


Figura 08. Índice de importância alimentar (IAi) de *Pimelodus maculatus* por classe de tamanho. A) Tanque; e B) Controle.

Em relação à amplitude de nicho, verifica-se na Figura 09 que os exemplares do trecho Tanque apresentam uma amplitude de nicho extremamente menor em relação aos do trecho Controle. Considerando a abundância presa-específica, o trecho Tanque apresenta o item Ração como dominante e todos os outros itens são enquadrados como raros ou com abundância reduzida (Figura 10 – A). Para o trecho Controle, observa-se que a grande maioria dos itens são classificados como raros ou com abundância reduzida, sendo que Fragmento de aves, Fragmento de peixe e Ração, foram utilizados por um número pequeno de indivíduo, não havendo dominância de nenhum item alimentar (Figura 10 – B). Ainda, quanto à frequência de ocorrência dos itens alimentares, para os exemplares do trecho Tanque, o item Ração é o mais freqüente (87,66%), seguido por Escamas (45,59%) e Detrito (19,90%). Contudo, para o trecho Controle observa-se que o item Chironomidae foi o mais freqüente (71,54%), seguido por Detrito (58,46%) e Gastropode (50,77%).

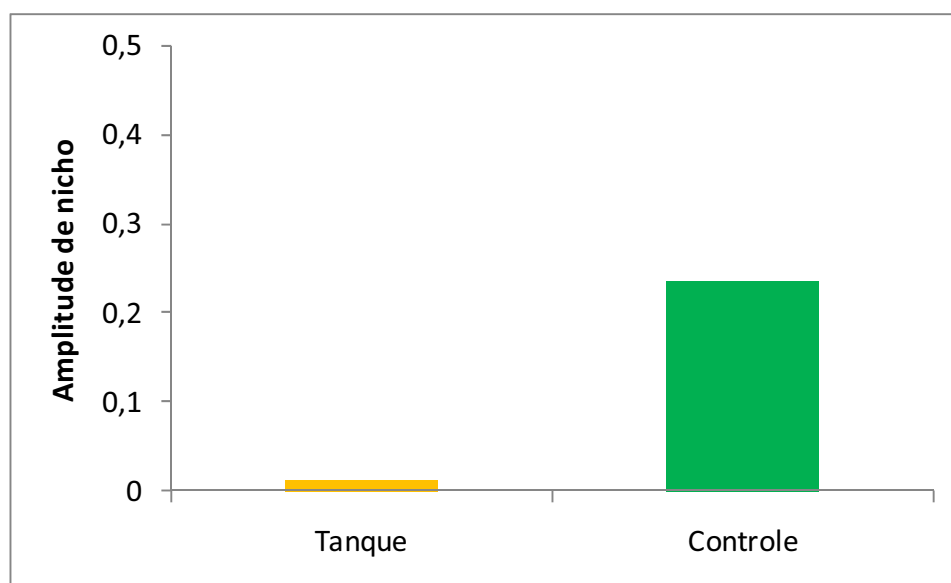


Figura 09. Amplitude de nicho de *Pimelodus maculatus* para os trechos Tanque e Controle.

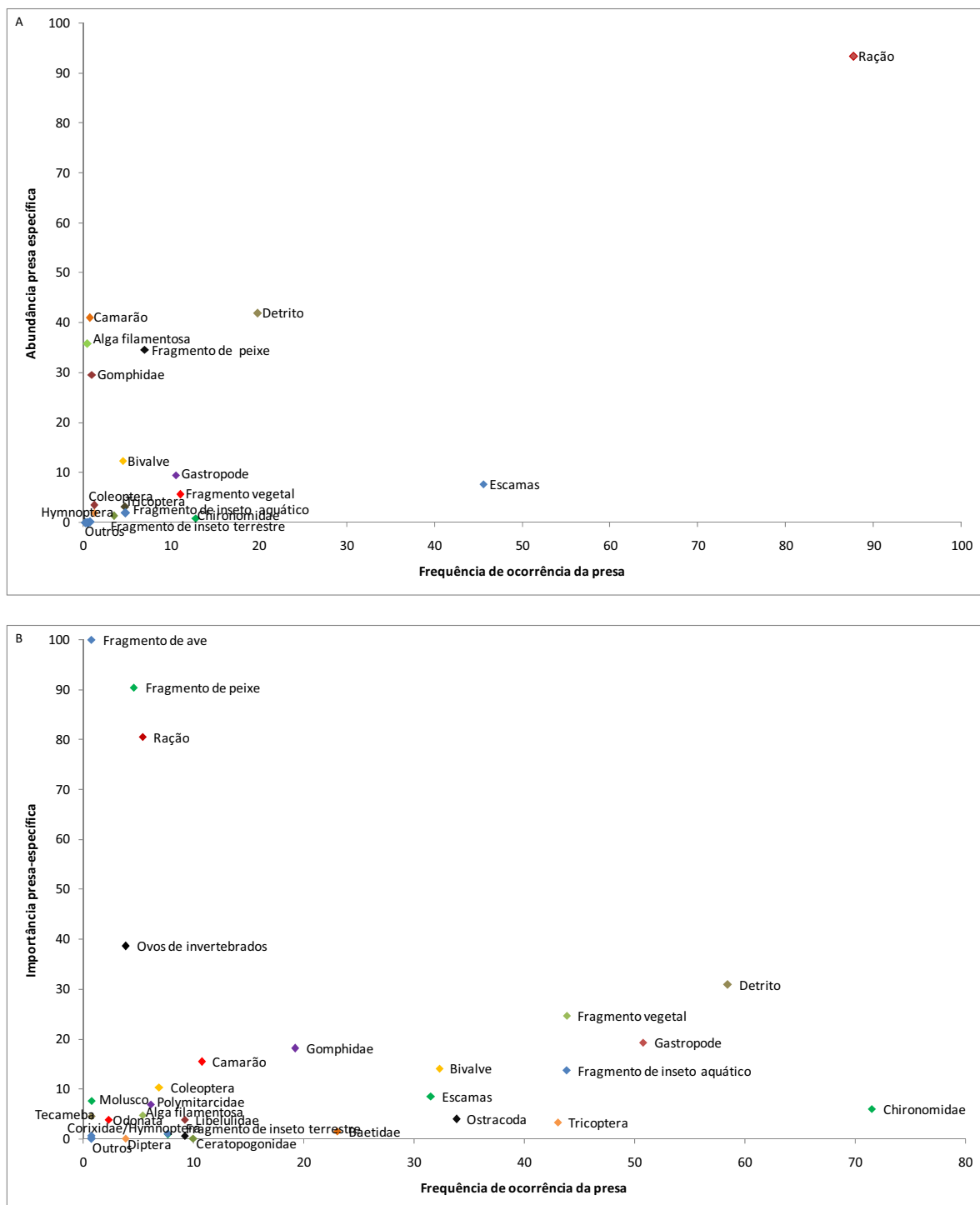


Figura 10. Abundância presa-específica de *Pimelodus maculatus* por trecho: A) Tanque; e B) Controle.

Discussão

Diversos autores discutem que as pisciculturas em tanques-rede aportam recursos alimentares na forma de matéria orgânica à teia trófica do meio aquático, servindo de atrativo para vários grupos de organismos (HONKANEN & HELMINEN, 2000; BEVERIDGE, 1996; BEVERIDGE, 2004; BOYRA et al., 2004; HÅKANSON, 2005; DIAS, 2008; ECHE, 2008; RAMOS, et al., 2008; SIQUEIRA, 2008). Desta maneira, há uma maior disponibilidade de recursos alimentares direto (restos de ração e fezes) e indireto (algas, zoobentos, escamas de peixes e peixes planctófagos e detritívoros) nas adjacências dessa atividade.

Esse aporte direto de recursos alimentares de origem alóctone é constituído basicamente por restos de ração. Este é disponibilizado ao ecossistema aquático em decorrência das deficiências de manejo associado à qualidade da ração extrusada (flutuante) (BEVERIDGE, 2004). Também, parte do alimento ingerido pelos peixes em cultivo, é eliminada na forma de excretas (fezes e metabólitos) (BEVERIDGE et al., 1991; BOSCOLO et al., 2004). Assim, há uma nova fonte de recurso alimentar no ecossistema, que pode ser localmente aproveitada pela biota residente (BEVERIDGE, 2004; HÅKANSON, 2005; RAMOS et al., 2008) ou induzir à processos de eutrofização (COSTA-PIERCE & SOEMARWOTO, 1990; AGOSTINHO et al., 2007).

Em relação ao aporte indireto, estudos relacionados à aqüicultura, mostram uma reestruturação da comunidade, apresentando uma maior abundância de organismos fitoplanctônicos, zooplanctônicos, bentônicos e peixes nesses locais, devido ao aporte de recurso alimentar (BEVERIDGE, 1996; HONKANEN & HELMINEM, 2000; DEMPSTER et al., 2002; MENEZES & BEYRUTH, 2003; NICKELL et al., 2003; BOYRA et al., 2004; MACHIAS et al., 2004; GIANNOULAKI et al., 2005; HÅKANSON, 2005; DIAS, 2008; ECHE, 2008, KUTTI, 2008; RAMOS et al., 2008 entre outros). Enfatiza-se que com base

nestas informações, pode-se concluir que todos esses organismos estabelecem relações tróficas oportunísticas em diferentes graus e escalas, neste novo habitat.

O hábito alimentar onívoro e a grande plasticidade alimentar de *Pimelodus maculatus* encontra-se bem documentado na literatura, onde diversos autores relatam este fato (BONETTO, 1963; BAIZ et al., 1968; NOMURA et al., 1972; OLIVA et al., 1981; BASILE-MARTINS et al., 1986; LOLIS & ANDRIAN, 1996; LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN, 2000; RESENDE, 2000; HAHN & FUGI, 2007; SILVA et al., 2007). Neste estudo aplicado aos impactos dos sistemas de piscicultura em tanques-rede, os resultados permitem confirmar que *Pimelodus maculatus* é espécie onívora, generalista e com grande plasticidade alimentar, o que permite seu ajuste às novas condições ambientais vigentes nas áreas sob influência das pisciculturas. Esta hipótese é plausível, uma vez que no trecho Tanque, a espécie utiliza largamente restos de ração, um novo recurso alimentar altamente disponível e abundante. Especificamente, para ambos os trechos, a sua dieta inclui desde material vegetal (sementes, partes de vegetais superiores e algas), invertebrados (moluscos e artrópodes), peixes e restos de ração, o que demonstra mais uma vez seu hábito alimentar onívoro. No entanto, deve-se ressaltar que Restos de ração foram utilizados apenas por alguns exemplares do trecho Controle em dezembro de 2006 na piscicultura de Fartura. Este fato, provavelmente esta relacionado à deriva de ração durante uma tempestade no dia anterior à realização da amostragem.

Autores como LOLIS & ANDRIAN (1996), LOBÓN-CERVIÁ & BENNEMANN (2000), CALLISTO et al. (2002), SILVA et al. (2007) discutem que *Pimelodus maculatus* é capaz de explorar praticamente todos os níveis tróficos do ecossistema aquático, pois exibe ampla flexibilidade para ingerir a maioria das classes de organismos disponíveis. Além disto, LUZ-AGOSTINHO et al. (2006) discutem que *Pimelodus maculatus* não possui restrições morfológicas para captura de presas de diferentes grupos de organismos.

Assim, essa flexibilidade pode estar associada, dentre outras, às características do sistema digestório da espécie, como comprimento do intestino (GODINHO, 1967). Ainda, GERKING (1994) ressalta que peixes generalistas tróficos em relação aos especialistas, ajustam-se mais rapidamente a mudanças na disponibilidade dos itens alimentares, devido a sua grande plasticidade trófica. Assim, pode-se inferir que esses fatos são táticas alimentares importantes para o ajuste desta espécie às novas condições ambientais propiciadas pelas pisciculturas em tanques-rede.

Ainda, os resultados do presente trabalho, demonstram que as pisciculturas disponibilizam uma quantidade suficiente de alimento (restos de ração) para sustentar os exemplares residentes em suas adjacências, uma vez que no trecho Tanque, o item ração apresenta frequência de ocorrência, índice de importância alimentar e dominância altíssimos. Desta maneira, os exemplares de *Pimelodus maculatus* oriundos do trecho Tanque, com pouco gasto energético obtém seu principal alimento, sendo a presença de outros itens alimentares complemento de sua dieta. Assim, justifica-se a grande diferença qualitativa na composição da dieta entre os trechos Tanque e Controle, como pode ser evidenciado pelo número de itens alimentares (espectro alimentar), índice de importância alimentar, índice de Morisita-Horn e amplitude de nicho.

Desta forma, assume-se que os exemplares do trecho Controle, necessitam buscar fontes de alimento diversas, na dependência de flutuações ambientais sazonais, ao passo que os exemplares do trecho Tanque conseguem suprir suas necessidades energéticas usando basicamente um único item alimentar. Adicionalmente, a facilidade na captura e a qualidade nutricional do alimento ingerido no trecho Tanque favorece o balanço energético, traduzido pelo maior crescimento somático como pode ser observado no capítulo II.

Especificamente, quando se compara a dieta de machos e fêmeas, o trecho Tanque é similar, enquanto que no trecho Controle há diferenças. Esse dado mostra mais uma vez o

caráter oportunista da espécie, pois, em condições naturais a partilha de recurso é mais evidente em decorrência da escassez de recursos alimentares e competição intra-específica.

Quanto à variação ontogenética da dieta, observa-se que o item Restos de ração é o mais importante em todas as classes de tamanho no trecho Tanque, mas registra-se também a importância de algumas categorias secundárias, como Peixes para indivíduos de maior porte e Detrito para os menores que 19,8 cm. Para o trecho Controle pode-se observar mudanças preponderantes na dieta, em termos ontogenéticos, conforme já observadas por LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2003), no rio Piracicaba. Assim, a categoria Insetos aquáticos, apresenta uma relação direta com o crescimento dos indivíduos, ao passo que Vegetais apresentam relação inversa. Ainda, nesse trecho a categoria Peixes apresenta maior importância nas menores classes de tamanho, de forma inversa ao trecho Tanque, onde o item preponderante nesta categoria foi escamas. Independente das classes de tamanhos constatou-se que as escamas estavam associadas aos restos de ração nos estômagos dos exemplares do trecho Tanque, indicando sua possível ingestão na coluna d'água, enquanto que no trecho Controle, estavam associadas ao sedimento ou a restos de peixes. Esta situação leva a inferir que os exemplares do trecho Tanque alimentam-se das escamas das tilápias em cultivo, disponibilizadas ao meio aquático pela alta densidade de estocagem, intenso stress e contado decorrente do manejo zootécnico.

LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2003) relatam que a variação ontogenética na dieta de *Pimelodus maculatus* está relacionada com o tamanho da boca, sendo este caráter, o responsável pela ingestão de diferentes presas. Diferentemente do relatado por LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2003) para condições naturais, os menores indivíduos do trecho Controle, não apresentam insetos aquáticos como a principal categoria alimentar, mas sim Vegetais. Já para os exemplares de maior comprimento, as categorias Moluscos e Insetos aquáticos são as predominantes, enquanto que LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2003)

observaram o item Peixe como o mais importante para esta classe de tamanho. Este fato pode estar relacionado às inerentes diferenças entre os ambientes e disponibilidade alimentar, uma vez que pertencem a bacias hidrográficas distintas. Para o trecho Tanque, a relação tamanho da boca/alimento também é válida, pois, as rações são compostas por diversos elementos triturados, compactados e extrusados para formação dos “pelets” flutuantes. Porém, no seu manuseio pode já estar quebrada, em menores tamanhos e até em pó. Ainda, é usual nessa atividade zootécnica a variação do tamanho e tipo de ração em função do crescimento dos peixes em cultivo. Assim, essas duas situações possibilitam a ingestão deste recurso alimentar por indivíduos de diferentes classes de tamanho.

Outro aspecto importante é o possível consumo das fezes oriundas dos peixes em cultivo por *Pimelodus maculatus* e outros peixes residentes. Este fato já foi observado por alguns autores como FELSING et al. (2005) e HÅKANSON (2005) em outras espécies. De forma análoga, como *Pimelodus maculatus* apresenta grande oportunismo trófico, é possível que também esteja utilizando esse recurso. Contudo, nas análises de conteúdo estomacal não foi possível a detecção, provavelmente em decorrência da rápida passagem das fezes por seu sistema digestório e dificuldade de sua identificação por não possuir forma definida.

Ainda, observa-se que os peixes oriundos do trecho Tanque apresentam uma maior atividade alimentar, em todas as abordagens realizadas. Especificamente, no período chuvoso (primavera/verão), ocorre naturalmente à maior atividade alimentar independente do trecho. Isso pode ser devido ao aumento da temperatura, conforme MARQUES et al., (1992), WOOTTON (1992) e JOBLING (1994) discutem que para peixes a ingestão de alimento é diretamente proporcional a temperatura do ambiente. Somando-se a isso, neste período concentram-se as maiores produções aquícolas (safra) alavancando o aporte direto de matéria orgânica ao meio aquático.

Também se observa no verão/outono (entre dezembro e maio) os maiores valores para atividade alimentar em ambos os trechos. LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2004) e BENNEMANN (1996) em exemplares de *Pimelodus maculatus* oriundos do rio Piracicaba e Tibagi respectivamente, também observaram esta situação. Segundo LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2004) esta maior atividade alimentar nesse período, influencia de forma direta nas estratégias reprodutivas, uma vez que nessa espécie, a maturação gonadal inicia-se na primavera. Neste sentido são bastante importantes as características quali-quantitativas dos alimentos ingeridos em períodos pré-estação reprodutiva (NIKOLSKY, 1963; TYLER & DUNN, 1976; ALLEN & WOOTTON, 1982).

De forma similar a situação descrita para a atividade alimentar, o grau de repleção médio apresenta em todas as abordagens valores superiores no trecho Tanque. Entretanto, no período seco os valores são superiores aos do período chuvoso. MARQUES et al. (1992), estudando outro pimelodideo (*Pseudoplatystoma corruscans*) encontrou resultados similares. Este autor infere que isso esteja relacionado ao maior tempo de permanência do alimento no estômago em meses mais frio, devido à menor atividade metabólica.

Estudos relacionados à dieta de peixes residentes nas adjacências de piscicultura em tanques-rede em represas da região neotropical são inexistentes, exceto, ao de RAMOS et al. (2008) que determinou as dietas das espécies mais abundantes (*Astyanax altiparanae*, *Metynnis maculatus* e *Plagioscion squamosissimus*) nas adjacências de sistema de piscicultura na represa de Nova Avanhandava (Alto Paraná). Este autor, conclui que essas espécies apresentaram mudanças em suas táticas alimentares sob influência da piscicultura, com destaque para *Metynnis maculatus*, naturalmente herbívora (VIDOTTO, 2005), que também consumiu quase que exclusivamente restos de ração como *Pimelodus maculatus* no presente trabalho.

Também, PAES (2006) e ZANATTA (2007) estudando pisciculturas na represa de Nova Avanhandava (baixo rio Tietê) e Jurumirim (alto rio Paranapanema) respectivamente, discutem que a biota local ainda, está sendo capaz de utilizar de maneira eficiente os efluentes, não o disponibilizando para o ecossistema aquático. Ainda, BEVERIDGE (2004) relata que os peixes residentes são bons consumidores dos efluentes gerados pelas pisciculturas em tanques-rede. Neste sentido, FELSING et al. (2005) discutem que os peixes residentes atraídos por esses sistema de aquicultura podem aproveitar até 60% de todos os efluentes aportados ao ecossistema aquático, diminuindo assim, a eutrofização. Em suma, os resultados vêm demonstrar que *Pimelodus maculatus* está contribuindo para a mitigação de alguns dos impactos ambiental nas áreas estudadas, relacionados à eutrofização.

Conclusões

Com base nos resultados pode-se concluir que a espécie *Pimelodus maculatus* executa um importante serviço ambiental a esse ecossistema aquático, uma vez que utiliza de forma direta grande parte dos efluentes derivados desse tipo de aquicultura, reciclando parte da matéria orgânica aportada. Ainda, essa nova fonte de recurso alimentar pode estar reestruturando a teia trófica, uma vez que a dieta de *Pimelodus maculatus* é constituída quase que exclusivamente de restos de ração. Com isso, conclui-se que *Pimelodus maculatus* ajusta a sua dieta as novas condições ambientais vigentes, com reflexos em seus caracteres populacionais, conforme descrição no próximo capítulo.

Referências

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Máringa: EDUEM, 2007. 500p.
- ALLEN, J.R.M.; WOOTTON, R.J. Temporal patterns in diet and rate of food consumption of three spinedstickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in Llyn Frongoch, an upland Welsh lake. **Freshwater Biol.**, v.14, p.260-274, 1982.
- AMUNDSEN, P.A.; GABLER, H.M.; STALDVIK, F.J. A new method to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. **J. Fish Biol.**, v.48, p.607-614, 1996.
- BAIZ, M.L.; CABRERA, S.E. Alimentación natural del bagre amarillo (*Pimelodus clarias*) de la zona de Punta Lara (Río de la Plata). **Carpas**, v.44, p.1-7, 1968.
- BARBIERI, G.; VERANI, J.R.; BARBIERI, M.C. Dinâmica quantitativa da nutrição de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974), na represa do Lobo (Brotas, Itirapina/SP) (Pisces, Erythrinidae). **Rev. Bras. Biol.**, v.42, p.295-302, 1982.
- BARBIERI, G.; BARBIERI, M.C. Note on nutritional dynamics of *Gymnotus carapo* (L.) from the Lobo Reservoir, São Paulo State, Brazil. **J. Fish. Biol.**, v.24, p.351-355, 1984.
- BASILE-MARTINS, M.A.; CIPÓLLI, M.N.; GODINHO, H.M. Alimentação do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) de trechos do rio Jaguari e Piracicaba, São Paulo - Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.13, p.17-29, 1986.
- BENNEMANN, S.T. **Dinâmica trófica de uma assembléia de peixes de um trecho do rio Tibagi (Sertãoópolis, Paraná)**. 1996. 142f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- BENNEMANN, S.T.; ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A. Atividade alimentar de espécies de peixe do rio Tibagi, relacionada com o desenvolvimento de gordura e das gônadas. **Rev. Bras. Zool.**, v.13, p.501-512, 1996.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact**. Rome: FAO, 1984. 131p. (Fisheries Technical Paper, 255)
- BEVERIDGE, M.C.M.; PHILLIPS, M.J.; CLARKE, R.M. A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production. In: BRUNE, D.E.; TOMASSO, J.R. (Eds.). **Aquaculture and water quality**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 1991. p.506-533.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 2ª ed. Oxford: Fishing News Book, 1996. 346p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 3ª ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 368p.
- BONETTO, A.A. Investigaciones sobre migraciones de peces en los rios de la cuenca del Plata. **Cienc. Invest.**, v.19, p.12-26, 1963.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A. Digestibilidade aparente da energia e proteínas das farinhas de resíduo da filetagem da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a Tilápia do Nilo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.8-13, 2004.

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

BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco)**. 3. ed. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 1988. 143p.

CALLISTO, M.; VONO, V.; BARBOSA, F.A.R.; SANTEIRO, S.M. Chironomidae as a food resource for *Leporinus amblyrhyncus* (Teleostei: Characiformes) and *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes) in a Brazilian reservoir. **Lundiana**, v.3, p.67-73, 2002.

CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**. 2006. 46p. Relatório de pesquisa (FAPESP) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J.; RAMOS, I.P; REZENDE-AYROZA, D.M.M.; AYROZA, L.M. **Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da U.H.E. de Chavantes, médio rio Paranapanema**. 2008. 45f. Relatório de pesquisa (FINEP) vol.1 - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. 249p.

COSTA-PIERCE, B.A.; SOEMARWOTO, O. (Eds). **Reservoir fisheries and development for resettlement in Indonesia**. Philippines: ICLARM Technical Report 23, 1990. 378p.

DEMPSTER, T.; SANCHEZ-JEREZ, P.; BAYLE-SEMPERE, J.T.; GIMÉNEZ-CASALDUERO, F.; VALLE, C. 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, 2002.

DIAS, J.D. **Impacto da piscicultura em tanques-rede sobre a estrutura da comunidade zooplânctônica em um reservatório subtropical, Brasil**. 2008. 47f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

DUKE ENERGY. **Relatório para licenciamento ambiental da usina hidrelétrica de Chavantes**. 2002,v.1, 204p.

ECHE, L.M.F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos. 2008. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

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**, v.243, p.159-174, 2005.

FOWLER H.W. **Os peixes de água doce do Brasil**. São Paulo: Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura, 1951. p.405-625. (Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, 6).

GALINA, A.B.; HAHN, N.S. Atividade de forrageamento de *Triportheus* spp. (Characidae, Triportheinae) utilizada como ferramenta de amostragem da entomofauna na área do reservatório de Manso, MT. **Rev. Bras. Zootec.**, v.6, p.81-92, 2004.

GERKING, S.D. **Feeding ecology of fish**. London: Academic Press, 1994. 416p.

GIANNOULAKI, M.; MACHIAS, A.; SOMARAKIS, S.; KARAKASSIS, I. Wild fish spatial structure in response to presence of fish farms. **J. Mar. Biol. Assoc. UK.**, v.85, p.1271-1277, 2005.

GODINHO, H. Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um Siluroidei *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803. **Rev. Bras. Biol.**, v.27, p.425-433, 1967.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **The insects**: an outline of entomology. Canberra: Chapman & Hall, 1995. 491p.

HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, v. 23, p.299-305, 1998.

HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando? **Interciência**, v.28, p.100-104, 2003.

HAHN, N.S.; FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios BRASILEIROS: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecol. Bras.**, v.11, p.469-480, 2007.

HÅKANSON, L. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish cage farm emissions. **Lake. Reserv. Res. Manage.**, v.10, p.71-80, 2005.

HONKANEN, T.; HELMINEN, H. Impacts of fish farming on eutrophication: comparisons among different characteristics of ecosystem. **Int. Rev. Hydrobiol.**, v.85, p.673-686, 2000.

- HYSLOP, E.J. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. **J. Fish Biol.**, v.17, p.411-429, 1980.
- JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman and Hall, 1994. 309p.
- JOLY, A.B. **Gêneros de algas de água doce da cidade de São Paulo e arredores**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1963. Supl. 1, 188p.
- KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; HATZIYANMI, E.; PAPADOPOULOU, K.N.; PLAITI, W. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. **J. Mar. Sci.**, v.57, p.1462-1471, 2000.
- KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; SMITH, C.J.; RUMOHR, H. Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.227, p.125-133, 2002.
- KARAKASSIS, I.; PITTA, P.; KROM, M.D. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. **Sci. Mar.**, v.69, p.313-321, 2005.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Bol. Inst. Oceanogr.**, v.29, p.205-207, 1980.
- KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York: Collins, 1989. 652p.
- KUTTI, T. A aquicultura estimulando a vida animal. **Pan. Aquicult.**, v.18, p.18-19, 2008.
- LATINI, A.O.; PETRERE-JUNIOR, M. Reduction of native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fish. Manag. Ecol.**, v.11, p.71-79, 2004.
- LEHMKUHL, D.M. **How to know the aquatic insects**. Dubuque: W.C. Brown Company Publishers, 1979. 168p.
- LIMA-JÚNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Ontogenetic diet of a neotropical catfish, *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae): An ecomorphological approach. **Environ. Biol. Fishes**, v.68, p.73-79, 2003.
- LIMA-JUNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Diet and feeding activity of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) in Piracicaba River (State of São Paulo, Brazil) – the effect of seasonality. **Bol. Inst. Pesca**, v.30, p.135-140, 2004.
- LOBÓN-CERVIÁ, J.; BENNEMANN, S.T. Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric, neotropical omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* and *Pimelodus maculatus* in Rio Tibagi (Paraná, Southern Brazil). **Arch. Hydrobiol.**, v.149, p.285-306, 2000.
- LOLIS, A.A.; ANDRIAN, I.F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.23, p.187-202, 1996.

LUZ-AGOSTINHO, K.D.G.; BINI, L.M.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO, H.F. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. **Neotrop. Ichthyol.**, v.4, p.61-68, 2006.

MACHIAS, A.; KARAKASSIS, I.; LABROPOULOU, M.; SOMARAKIS, S.; PAPADOPOULOU, K.N.; PAPAConstantinou, C. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. **Estuarine Coast. Shelf Sci.**, v.60, p.771-779, 2004.

MACHIAS, A.; KARAKASSIS, I.; SOMARAKIS, S.; GIANNOULAKI, M.; PAPADOPOULOU, K.N.; SMITH, C. The response of demersal fish communities to the presence of fish farms. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.288, p.241-250, 2005.

MACHIAS, A.; GIANNOULAKI, M.; SOMARAKIS, S.; MARAVELIAS, C.D.; NOFITOU, C.; KOUTSOUBAS, D.; PAPADOPOULOU, K.N.; KARAKASSIS, I. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. **Aquaculture**, v.261, p.809-816, 2006.

MARÇAL-SHIMABUKU, M.A.; PERET, A.C. Alimentação de peixes (Osteichthyes, Characiformes) em duas lagoas de uma planície de inundação brasileira da bacia do rio Paraná. **Interciência**, v.27, p.299-306, 2002.

MARQUES, E.E.; AGOSTINHO, A.A.; SAMPAIO, A.A.; AGOSTINHO, C.S. Alimentação, evacuação gástrica e cronologia da digestão de jovens de pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes, Pimelodidae) e suas relações com a temperatura ambiente. **Rev. UNIMAR**, v.14, p.207-221, 1992.

MENEZES, L.C.B.; BEYRUTH, Z. Impactos da aquicultura em tanques-rede sobre a comunidade bentônica de Guarapiranga - São Paulo - SP. **Bol. Inst. Pesca**, v.29, p.77-86, 2003.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. ed. Dubuque: Kendall Hunt Publication Company, 1996. 722p.

MOTA, A.; RODRIGUES, J.D.; MORAES, M.N.; FERREIRA, A.E. Dinâmica da nutrição da pirambeba *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1859 (Pisces, Cypriniformes) na represa e Bariri, Estado de São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.9, p.13-19, 1982.

MUNDAY, B.W.; ELEFTherIOU, A.; KENTOURI, M.; DIVANACH, P. **The interactions of aquaculture and the environment**: a bibliographical review. Bruselas: Commission of the European Communities, Directorate General for Fisheries, 1992. 325p.

NICKELL, L.A.; BLACK, K.D.; HUGHES, D.J.; OVERNELL, J.; BRAND, T.; NICKELL, T.D.; BREUER, E.; HARVEY, S.M. Bioturbation, sediment fluxes and benthic community structure around a salmon cage farm in Loch Creran, Scotland. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.285-286, p.221-233, 2003.

NOMURA, H.; POZZI, R.; MANREZA, F.A. Caracteres merísticos e dados biológicos sobre o mandi-amarelo, *Pimelodus clarias* (Bloch, 1782), do Rio Mogi-Guaçu (Pisces, Pimelodidae) **Rev. Bras. Biol.**, v.32, p.1-14, 1972.

NIKOLSKY, G.V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press, 1963. 352 p.

OLIVA, A.; UBEDA, C.A.; VIGNES, I.E.; URIONDO, A. Contribución al conocimiento de la ecología alimentaria del bagre amarillo (*Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803), del Río de la Plata (Pisces, Pimelodidae). **Rev. Mus. Cienc. Nat.**, v.1, p.30-50, 1981.

ORSI, M.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanque de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v.6, p.557-560, 1999.

PAES, J.V.K. **A ictiofauna associada e as condições limnológicas numa área de influência da criação de tilápias em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava**. 2006. 183f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PAIVA, M.P. Impactos das grandes represas sobre o meio ambiente. **Ciênc. Cult.**, v.9, p.1274-1282, 1983.

PERSSE, G. Environmental impact and nutrient emissions from salmonid fish culture. In: FRENCH-SWEDISH LIMNOLOGICAL SYMPOSIUM, 1988, France. **Proceedings...** France: Thonon-les-Bains: INRA, 1988. p.215-226.

PITTA, P.; APOSTOLAKI, E.T.; GIANNOULAKI, M.; KARAKASSIS, I. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. **Estuarine Coast. Shelf Sci.**, v.65, p.501-512, 2005.

RAMOS, I.P.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P.; CARVALHO, E.D. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). **Acta Limnol. Bras.**, v.20, n.3, p.245-252, 2008.

RESENDE, E.K. Trophic structure of fish assemblages in the lower Miranda river, Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, v.60, p.389-403, 2000.

REZENDE-AYROZA, D.M.M.; CAMARGO, A.F.M.; NOGUEIRA, M.G. **Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da UHE de Chavantes, médio rio Paranapanema**. 2008. 72f. Relatório de pesquisa (FINEP) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados**. 6.ed. São Paulo: Roca, 1996. 1029p.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados**. 7.ed. São Paulo: Roca, 2005. 1168p.

SAMPAIO, T. Relatório dos rios Itapetininga e Paranapanema. **Rev. Inst. Geogr. Geol.**, v.2, p.30-81, 1944.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: EDUSP, 1978. 129p.

SANTOS, G.B.; FORMAGIO, P.S. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Inf. Agropecu.**, v.203, p.98-106, 2000.

SECRETARIA ESPECIAL AQUICULTURA E PESCA - SEAP. **Aquicultura no Brasil**. Brasília: 2008. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap>>. Acesso em: 25 set. 2008.

SILVA, E.L.; FUGI, R.; HAHN, N.S. Variações temporais e ontogenéticas na dieta de um peixe onívoro em ambiente impactado (reservatório) e em ambiente natural (baía) da bacia do rio Cuiabá. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.29, p.387-394, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada à aqüicultura. **Bol. Téc. Centro de Aquicultura Unesp**, v.1, 1995. 72p.

SIQUEIRA, N.S. **Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial**. 2008. 58f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

STRIXINO, G.; STRIXINO, S.T. **Insetos aquáticos: guia de identificação**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Biológicas, 1982. 21p.

STURGES, H.A. The choice of a class interval. **J. Am. Stat. Assoc.**, v.21, n.153, p.65-66, 1926.

TORLONI, C.E.C.; CORREA, A.R.A.; CARVALHO-JUNIOR., A.A.; SANTOS, J.J. **Reprodução de peixes autóctones reofílicos no reservatório de Promissão, Estado de São Paulo**. São Paulo: CESP, 1986. 14p.

TYLER, A.V.; DUNN, R.S. Ration, growth and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*, with hypothesis regarding population homeostasis. **J. Fish. Res. Board Can.**, v.33, p.63-75, 1976.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem, 1996. 169p.

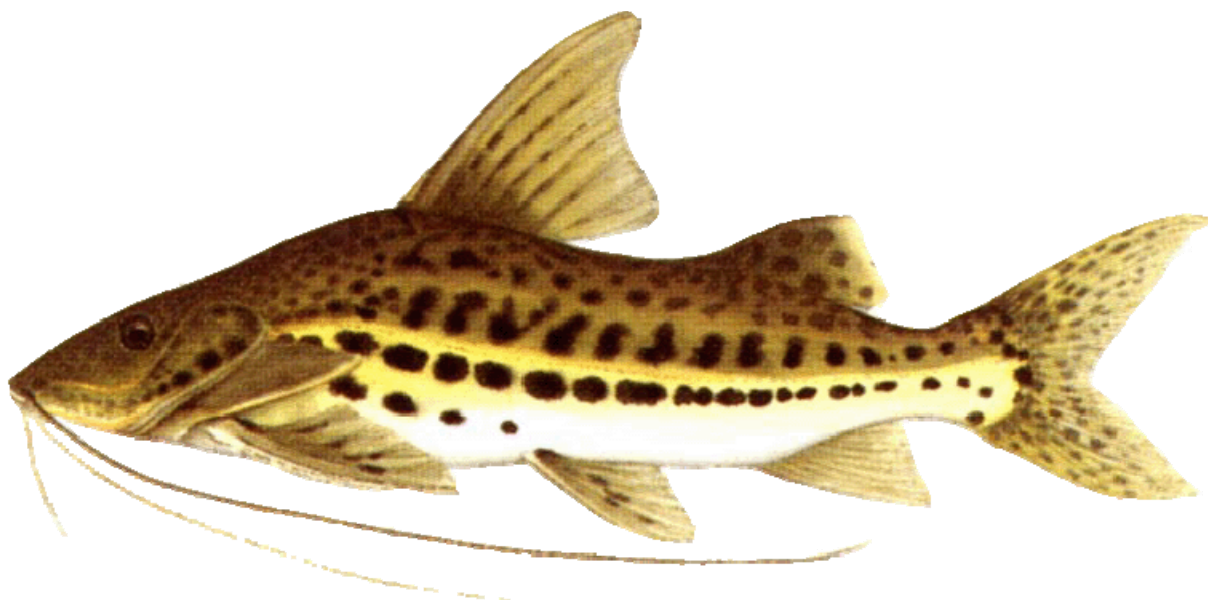
VIDOTTO, A.P. **Estrutura da comunidade de peixes do reservatório de Nova Avanhandava (baixo rio Tietê, SP), com ênfase na dinâmica populacional e dieta das espécies introduzidas**. 2005. 121f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ZANATTA, A.S. **Tilapicultura em ecossistemas aquáticos: Desenvolvimento sustentável ou degradação ambiental? Estudo de caso em represa oligotrófica**. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ZANATTA, A.S.; CARVALHO, E.D. **Composição e estrutura da ictiofauna agregada a dois sistemas de piscicultura em tanques-rede na represa de Chavantes (médio rio Paranapanema).** 2008. 46f. Relatório de pesquisa (FINEP) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

YUCEL-GIER, G.; KUCUKSEZGIN, F.; KOCAK, F. Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). **Aquacult. Res.**, v.38, p.256-267, 2007.

WOOTTON, R.J. **Fish ecology.** United Kingdom: Chapman & Hall, 1992. 212p.



2º Capítulo

Dinâmica populacional de *Pimelodus maculatus* sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede.

Resumo

A utilização de sistemas de criação de organismos aquáticos em gaiolas ou tanques-rede iniciou-se há mais de 50 anos, no Delta do rio Mekong, na Ásia. Em nosso país, esse sistema ganhou o primeiro impulso na década de 1990, em especial na região Sudeste e Nordeste. Atualmente, encontra-se em expansão em águas públicas abertas, decorrente da disponibilização de várias linhas incentivos governamentais e estatais, na qual a preocupação com os possíveis impactos que essa nova atividade pode acarretar nesses grandes ecossistemas aquáticos, ainda é secundária. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de sistemas de pisciculturas em tanques-rede sobre a dinâmica populacional da espécie de peixe nativa *Pimelodus maculatus*, a mais abundante nas adjacências desses empreendimentos, na represa de Chavantes – SP/PR. Para tanto, foram coletados exemplares ao redor do sistema de piscicultura em tanques-rede (Tanque) e em um trecho sem a influência dessa atividade (Controle). Foi determinado o comprimento padrão (cm), peso total (g) e sexo (análise macroscópica das gônadas) de todos os indivíduos coletados. A partir destes dados foi calculado o fator de condição, relação peso/comprimento e taxas/curvas de crescimento. Ainda análises comparativas entre os exemplares do trecho Tanque e Controle para comprimento padrão, peso total foram realizadas usando o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Os resultados demonstram que no entorno dos tanques-rede, os valores de comprimento padrão e peso total são maiores em relação ao trecho Controle ($p < 0,0001$). Quanto à relação peso/comprimento verifica-se diferenças significativas entre os exemplares do trecho Tanque e Controle para machos ($t=2,3301$), fêmeas ($t=2,5853$) e machos+fêmeas+indefinidos ($t=3,5636$), reforçados pela maior taxa de crescimento observada no trecho Tanque. Ainda, em relação ao fator de condição há diferenças significativas ($p < 0,0001$) para machos, fêmeas e machos+fêmeas+indefinidos entre os trechos Tanque e Controle. Com base nesses resultados, constata-se que esses peixes atraídos para as adjacências desse sistema, estão aproveitando os restos de ração disponibilizados pelo manejo zootécnico, que possibilita maior crescimento somático (comprimento padrão e peso total assintótico, fator de condição e taxa de crescimento). Pode-se concluir que as pisciculturas em tanques-rede induzem a significativas alterações na estrutura populacional dessa espécie de peixe nativo.

Palavras-chaves: estrutura populacional, ictiofauna agregada, tanques-rede, impacto, *Pimelodus maculatus*

Abstract

The use of cages to cultivate aquatic organisms has started up to 50 years in the delta of Mekong River, Asia. In our country, these systems started in the 1990s, particularly in the Southeast and Northeast regions. Currently, the activity is expanding in public open waters, due to the incentives of the government, where the concerning about the potential impact that this new activity may result in aquatic ecosystems is still secondary. This study aimed to evaluate the influence of systems in cage fish farms on the population dynamics of native fish species *Pimelodus maculatus*, the most abundant in the vicinity of these enterprises in Chavantes Reservoir, SP / PR. Specimens were collected around the system cage farm (Cage farm) and a stretch without the influence of this activity (Control). The standard length (cm), weight (g) sex (macroscopic analysis of gonads), degree of stomach fullness were obtained of specimens captured in the influence area of the cage farms (Cage farm) and the reference area (Control). The condition factor, weight/length relationship and rates/curves of growth were calculated. Comparative analysis between the Cage farm and Control stretches for standard length and total weight were performed using the nonparametric test Mann-Whitney. The results show of the Cage farm stretch, the values of standard length and total weight are larger in relation to Control stretch ($p < 0.0001$). Significant differences were observed for the weight/length relation between the stretches for males ($t = 2.3301$), female ($t = 2.5853$) and male + female + undefined ($t = 3.5636$), reinforced by the high growth rate observed in the Cage farm stretch. In addition, significant differences ($p < 0.0001$) were observed for the condition factor for males, females and males + females + undefined between stretches. Based on these results, apparently the fish attracted to the vicinity of that system are taking the remains of ration provided by the management, allowing high somatic growth (asymptotic standard length and total weight, condition factor and growth rate). It can be concluded that cage fish farming lead to significant changes in population structure of this native fish species.

Key words: population biology, environmental impacts, cage farms, *Pimelodus maculatus*, Paranapanema river.

Introdução

Atualmente existem no Brasil aproximadamente 619 empreendimentos hidroelétricos em operação, sendo que a maioria concentra-se nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ANEEL, 2008). Tais empreendimentos transformaram grandes rios da região Sudeste como Tietê, Paranapanema e Grande, em uma sucessão de lagos artificiais em cascata, alterando características ecológicas dos ambientes aquáticos, terrestres e adjacentes (TUNDISI, 1999). Historicamente, estas situações decorrentes da construção das grandes barragens têm levado a expansão ou redução das diferentes populações de peixes, devido à capacidade de ajustes de cada população ao novo ecossistema (AGOSTINHO et al., 1994 e 2007; CARVALHO & SILVA, 1999).

As represas formadas para geração de energia hidroelétrica, também tem sido aproveitadas para outros fins. Dentre estes fins, podemos citar: abastecimento urbano, turismo, lazer, irrigação e mais recentemente a utilização para piscicultura em tanques-rede (CASTAGNOLLI, 2000). No Brasil, este sistema ganhou impulso em meados da década de 1990, principalmente na região Sudeste (ONO, 1998; MEDEIROS, 2002; BRANDÃO et al., 2004). Atualmente, essa atividade encontra-se em expansão nas represas brasileiras, cuja área alagada total é superior a cinco milhões de hectares, possibilitando que a atividade continue a crescer (CASTAGNOLLI, 2000).

Similarmente ao que ocorre na criação de peixes em tanques escavados, no sistema de tanques-rede há a entrada contínua de matéria orgânica decorrente do arraçamento e a saída de matéria representada pela conversão em biomassa (SIPAÚBA-TAVARES, 1995) e efluentes (MUNDAY et al. 1992; PERSSON, 1988). Entretanto, estudos que visem o entendimento dos impactos que essa atividade pode acarretar ao ecossistema aquático ainda são escassos. Assim, a crescente implantação de pisciculturas em tanques-rede,

pode acarretar sérios problemas ambientais como a eutrofização artificial (COSTA-PIERCE & SOEMARWOTO, 1990; AGOSTINHO et al., 2007).

Em relação ao impacto de pisciculturas em tanques-rede, autores como BEVERIDGE (1984 e 1996), KARAKASSIS et al. (2000, 2002 e 2005), DEMPSTER et al. (2002), MACHIAS et al. (2004, 2005 e 2006), HÅKANSON (2005), PITTA et al. (2005), CARVALHO (2006), YUCEL-GIER et al. (2007), ECHE (2008), RAMOS et al. (2008) entre outros, discutem a problemática desta atividade em águas costeiras e continentais. Tais autores citam impactos desde a qualidade da água e do sedimento até implicações sobre a estrutura da comunidade bentônica, planctônica e de peixes. Autores como ANGEL & SPANIER (2002), DEMPSTER et al. (2002), HÅKANSON (2005), ECHE (2008) e RAMOS et al. (2008), relatam o consumo de restos de ração por algumas espécies da ictiofauna associada a esse tipo de atividade. Ainda, FELSING et al. (2005) relatam que os peixes residentes atraídos por esses sistema de aquicultura podem aproveitar até 60% de todos os efluentes aportados ao ecossistema aquático, diminuindo assim, a eutrofização, estando este aproveitamento relacionado as características das espécies de peixes residentes nas adjacências das pisciculturas em tanques-rede.

Neste sentido, NIKOLSKY (1969), TYLER & DUNN (1976), ALLEN & WOOTTON (1982) relatam que para os peixes a quantidade e qualidade do alimento ingerido determinam a fecundidade, taxa de crescimento, o tempo de maturação dos sexos e a longevidade. Desta maneira, uma vez que a ictiofauna residente nas proximidades de pisciculturas em tanques-rede consomem restos de ração, esta pode sofrer mudanças em sua estrutura populacional. Assim, o estudo da dinâmica populacional de espécies de peixes residentes, que vivem associadas a esses sistemas, pode ser uma útil ferramenta no monitoramento da influência dessa atividade no ecossistema aquático. Ainda, pode fornecer

subsídios para um melhor manejo e ordenamento da atividade de piscicultura em tanques-rede em represas neotropicais.

Em virtude, dos possíveis impactos que essa atividade pode acarretar sobre a ictiofauna residente em represas brasileiras, estudos com espécies de peixes de ampla distribuição geográfica e grande plasticidade trófica, podem fornecer subsídios importantes sobre o real impacto dessa atividade sobre a ictiofauna. Desta maneira, a espécie *Pimelodus maculatus*, encontrada em quase todas as represas brasileiras e de ampla distribuição geográfica (Amazônia, Guianas, Venezuela, Peru, Bolívia, Paraguai, Argentina, Bacia do Paraná, Bacia do Prata, Rio Uruguai até o Rio Iguaçu) (GODOY, 1987; REIS et al., 2003), e de hábito alimentar onívoro (LOLIS & ANDRIAN, 1996; BASILE-MARTINS et al., 1986) pode servir como modelo para mensurar a influência dos empreendimentos de pisciculturas em tanques-rede em represas, sobre a dinâmica populacional de peixes residentes.

Área de estudo

O rio Paranapanema nasce na Serra da Paranapiacaba, no município de Capão Bonito - SP, pertencendo à bacia do Alto Paraná (SAMPAIO, 1944). Inserida neste rio, encontra-se a represa de Chavantes (Figura 01), localizada a 480 m de altitude, sobre o Planalto Ocidental nas coordenadas geográficas 23°43'36.32" S 049°43'52.94" W, entre as cidades de Chavantes - SP e Ribeirão Claro - PR, sendo os principais tributários da represa os rios Verde, Itararé e Paranapanema.

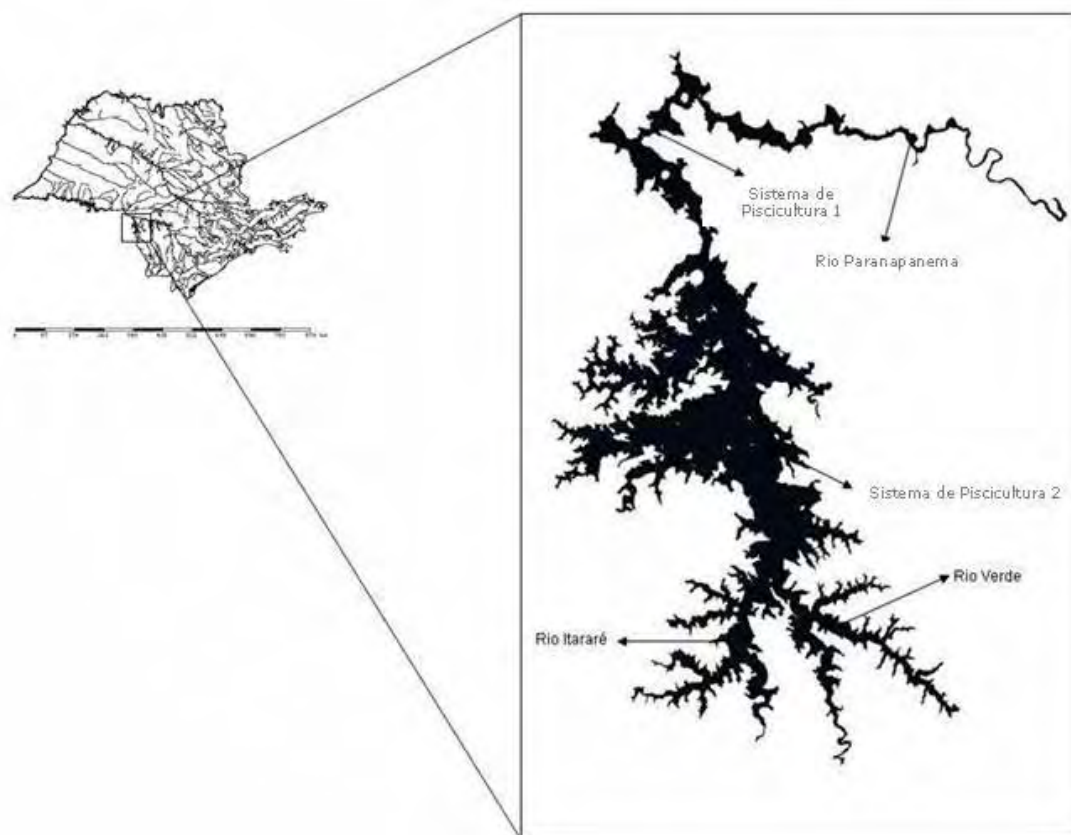


Figura 01. Mapa da rede hidrográfica do Estado de São Paulo, em destaque a represa de Chavantes e seus principais tributários, com os respectivos locais de amostragem → piscicultura 1 (Timburi/Chavantes – PR/SP) e piscicultura 2 (Fartura – SP).

A ocupação do seu entorno, varia desde áreas ocupadas por pastagens, monoculturas e empreendimentos imobiliários até áreas com trechos de mata bem preservada. Quanto ao clima, a área de influência da UHE de Chavantes está situada em um setor de extrema variabilidade climática, pelo fato de pertencer a uma zona de transição entre o clima

tropical e temperado, sendo estabelecida a estação chuvosa no período de outubro a março e estação seca de abril a setembro (DUKE ENERGY, 2002).

Essa represa oligotrófica é do tipo bacia de acumulação, possui área de espelho d'água no nível máximo 400 km², aproximadamente 89 m de profundidade máxima, volume total 9.410x10⁶ m³ e descarga total de 3.252 m³/s, sendo utilizado para geração de energia hidroelétrica, lazer (DUKE ENERGY, 2002), e mais recentemente para atividades de criação de tilápias em tanque-rede, principalmente nas margens do Estado de São Paulo (CARVALHO et al., 2008).

Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar aspectos da dinâmica populacional com ênfase em táticas do crescimento de *Pimelodus maculatus* sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede na represa de Chavantes.

Material e métodos

Procedimentos no campo

Este estudo foi conduzido em dois diferentes empreendimentos de piscicultura em tanques-rede (trecho Tanque) e em dois locais similares em termos fisiográficos, mas sem influências desta atividade (trecho Controle). Especificamente, um sistema localiza-se nos municípios Timburi/Chavantes (23°07'48,6" S 49°42'0,4" W) contendo aproximadamente 200 tanques-rede e o outro no município de Fartura (23°22'40,49" S 49°35'04,49" W) contendo aproximadamente 500 tanques-rede, ambos pertencentes ao Estado de São Paulo (Figura 2 A e B).

As amostragens de *Pimelodus maculatus* foram realizadas mensalmente de novembro de 2006 a outubro de 2007, como parte do projeto FINEP (nº. 3626/05) (CARVALHO et al. 2008). Os peixes foram capturados com redes de espera, com malhagens de 3 a 18 cm entre nós adjacentes, expostas por aproximadamente 14 horas, realizando-se uma única despesca ao amanhecer.

A captura dos exemplares nos trechos Tanque foi realizada junto às bóias de delimitação dos empreendimentos, instaladas à aproximadamente 2 m de distância dos primeiros grupos de tanques-rede. Os trechos referenciais (Controle) estão localizados a aproximadamente 2.700 m e 1.400 m (Timburi/Chavantes e Fartura, respectivamente) desses empreendimentos. É importante ressaltar que a seleção das áreas referenciais foram feitas com base em estudos limnológicos pilotos realizados previamente (REZENDE-AYROZA et al. 2008).

Exemplares testemunhos (tombo nº 7461) de *Pimelodus maculatus* encontram-se depositados na coleção do Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, Departamento de Morfologia, Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.



Figura 02. Imagem de satélite dos trechos de coleta na represa de Chavantes – SP. A) Piscicultura Timburi/Chavantes; B) Piscicultura Fartura. (Fonte: Google Earth).

Foram determinados, utilizando-se de ictiômetro e balança analítica com precisão em centigramas, os seguintes dados biométricos: 1) comprimento padrão em centímetros (Ls): medida obtida da ponta do focinho até a extremidade da última vértebra; 2) Peso total em gramas (Wt). Após estes procedimentos, os peixes foram dissecados por incisão abdominal mediana, da abertura anal até a região opercular e o sexo dos indivíduos e estágio de maturação gonadal determinado por análise macroscópica das gônadas (visualização a olho nu), avaliando-se características como cor, transparência e vascularização (VAZZOLER, 1996).

Ainda, empregou-se o Teste t Student para comparação dos dados linearizados (ln) das curvas da relação peso/comprimento (SANTOS, 1978) entre as amostragens para ambos os trechos (Tanque – Timburi/Chavantes x Tanque - Fartura e seus respectivos controle). Para ambos os trechos obteve-se valores de $t < 1,96$ (Figura 3 A e B). Sendo assim, temos um trecho denominado Tanque que compreende os exemplares amostrados nos sistemas de piscicultura Timburi/Chavantes e Fartura e outro denominado Controle compreendendo os exemplares amostrados nos respectivos controles.

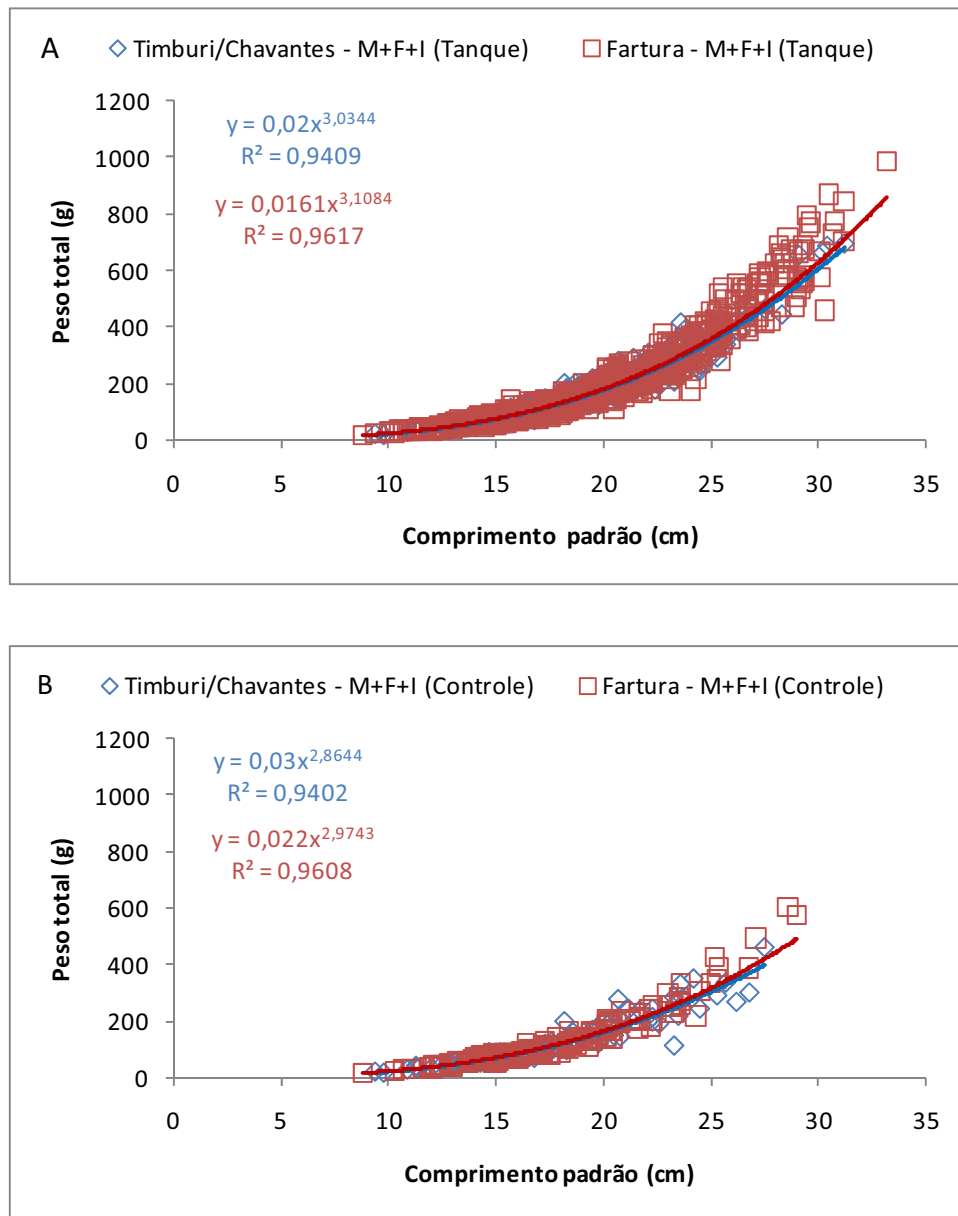


Figura 03. Comparação dos valores dos coeficientes angulares (b) da relação peso/comprimento. A) Fartura x Timburi/Chavantes (Tanque $\rightarrow t_{\text{calculado}} = 1,9365$) e B) Fartura x Timburi/Chavantes (Controle $\rightarrow t_{\text{calculado}} = 1,3508$).

Análise dos dados

Proporção entre os sexos: a proporção entre fêmeas e machos é uma informação importante para a caracterização da estrutura populacional de uma espécie ou população. Sendo assim, esta foi calculada segundo VAZZOLER, (1996).

onde:

1º - obter a somatória de fêmeas e de machos e calcular sua frequência porcentual;

2º - calcular o valor de X^2 (Qui-quadrado), admitindo-se que a proporção esperada, em todos os casos seja de 1:1 (50% : 50%).

$$X^2 = 2 \cdot (O - E)^2 / E$$

onde:

X^2 = valor do qui-quadrado;

O = frequência porcentual de fêmeas ou machos;

E = proporção entre sexos esperada.

Sendo que, para g.l=1, valores de $X^2 > 3,84$ indicam diferenças significativas.

Análise de comprimento padrão e peso: os valores de comprimento padrão e peso dos exemplares foram submetidos à análise de normalidade de Lilliefors, e posteriormente foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar os exemplares pertencentes ao trecho Tanque e Controle.

Relação peso/comprimento: considerado um importante modelo matemático na dinâmica de populações de peixes conforme LE CREN, (1951). Essa foi ajustada em um gráfico de dispersão sendo a variável X o comprimento padrão (cm) e Y peso total (g), obtendo-se uma equação matemática tipo potência, onde a constante a (coeficiente linear) indica o bem estar

do peixe, e a constante ϕ (coeficiente angular), que é particular para cada espécie, tende a assumir valores entre 2,0 e 4,0, expressando o tipo de crescimento da espécie (SANTOS, 1978; BENEDITO-CECÍLIO & AGOSTINHO, 1997; ORSI, et al., 2002). Assumi-se que valores iguais a 3,0, indicam crescimento do tipo isométrico, valores menores que 3,0, crescimento do tipo alométrico negativo e maiores que 3,0 crescimento do tipo alométrico positivo.

$$Wt = a * Ls^{\phi}$$

onde:

Wt = peso total do individuo (g);

a = coeficiente linear;

Ls = comprimento padrão (cm);

ϕ = coeficiente angular.

Comparação do coeficiente angular: indica se o coeficiente angular ϕ da relação peso/comprimento entre duas amostras são iguais ou diferentes utilizando-se do teste estatístico “t” de Student (VIEIRA, 2003).

$$t = \frac{b - b'}{\sqrt{s^2 * \left(\frac{1}{SQX} + \frac{1}{SQY} \right)}}$$

onde:

t = valor do teste estatístico “t”;

b = coeficiente angular ϕ da relação peso/comprimento da amostra 1;

b' = coeficiente angular ϕ da relação peso/comprimento da amostra 2;

$$SQX = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n$$

$$SQY = \sum y^2 - (\sum y)^2 / n$$

onde:

SQX = Somatória dos quadrados dos comprimentos;

$\sum X^2$ = Somatória dos comprimentos ao quadrado;

$(\sum X)^2$ = Somatória dos comprimentos elevado ao quadrado;

SQY = Somatória dos quadrados dos pesos;

$\sum y^2$ = Somatória dos pesos ao quadrado;

$(\sum y)^2$ = Somatória dos pesos elevado ao quadrado;

$$s^2 = \frac{SQY + S'QY - \frac{(SPXY)^2}{SQX} + \frac{(S'PXY)^2}{S'QX}}{n + n' - 4}$$

onde:

n = número de indivíduos da amostra 1;

n' = número de indivíduos da amostra 2;

$$SPXY = \sum X \cdot Y = \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}$$

onde:

SPX*Y = Somatória do produto de X vezes Y;

$\sum X \cdot Y$ = Somatória dos comprimentos vezes os pesos;

$\sum X$ = Somatória dos comprimentos;

$\sum Y$ = Somatória dos pesos;

n = número de indivíduos da amostra.

Inferência sobre a inclinação da reta: indica se o coeficiente angular ϕ da relação peso/comprimento é significativamente diferente de três através do teste “t” de Student (VIEIRA, 2003).

$$s(b) = \sqrt{\frac{S^2}{\sum x^2 - \frac{1}{n} * (\sum x)^2}}$$

onde:

$s(b)$ = desvio padrão do coeficiente angular $^{\phi}$ da relação peso/comprimento;

S^2 = quadrado médio dos resíduos;

$\sum x^2$ = somatória dos comprimentos, elevada ao quadrado;

n = número de indivíduos da amostra;

$(\sum x)^2$ = somatória dos comprimentos ao quadrado.

$$t = \frac{b}{s(b)'}.$$

onde:

t = valor do t calculado;

b = coeficiente angular $^{\phi}$ da relação peso/comprimento;

$s(b)'$ = desvio padrão do coeficiente angular $^{\phi}$ da relação peso/comprimento.

Fator de Condição (K): indica o grau de hígidez do indivíduo refletindo sua condição nutricional recente (VAZZOLER, 1996).

$$K = Wt/Ls^b$$

onde:

K = fator de condição;

Wt = peso total do indivíduo (g);

Ls = comprimento padrão do indivíduo (cm);

b = coeficiente angular $^{\phi}$ obtido da relação peso/comprimento.

Fator de condição relativo (Kn): representa o quociente entre o peso observado e o peso estimado para um dado comprimento conforme ANDRADE-TALMELLI et al. (1999).

$$Kn = Wt/a * Ls^b$$

onde:

Kn = fator de condição relativo;

Wt = peso total do indivíduo (g);

a = coeficiente linear da relação peso/comprimento;

Ls = comprimento padrão do indivíduo (cm);

b = coeficiente angular ^º da relação peso/comprimento.

Teste t para o fator de condição relativo: indica se o valor do fator de condição relativo (Kn) difere estatisticamente do valor centralizador 1. Ou seja, validando ou não se o peixe está com seu peso acima (>1) ou abaixo (<1) do esperado.

$$t = \frac{\bar{X} - 1}{S/\sqrt{n}}$$

onde:

t = valor do teste estatístico t;

X = média dos valores do fator de condição relativo;

S = desvio padrão dos valores do fator de condição relativo;

√n = raiz quadrada dos números de indivíduos.

Distribuição em classes de tamanho (W): fornece o número de classes e a amplitude de cada classe de tamanho. Calculada a partir da fórmula de Sturges (STURGES, 1926) para amostra total.

$$W = R/K$$

onde:

W = amplitude de cada classe (cm);

R = amplitude total dos dados (maior comprimento padrão – menor comprimento padrão);

K = número de classes $(1 + 3,222 \cdot \log N)$.

Estrutura populacional: obtida utilizando-se o histograma de dispersão do número de indivíduos por classe de tamanho. Calculados para todo o universo amostral e por sexo, isto é, machos, fêmeas e machos, fêmeas e indefinidos agrupados (M+F+I).

Taxa de crescimento (k): obtida utilizando-se o programa FISAT II (GAYANILO & PAULY, 1998). Em especial, para a obtenção da curva de crescimento em comprimento padrão do trecho Controle pelo programa FISAT II, houve necessidade da utilização de amostras complementares obtidas em projeto executado no ano de 2006, nas mesmas áreas de estudo. Tal fato foi necessário, pois, o número amostral era insuficiente.

Comprimento assintótico ($L_{s\infty}$): obtido utilizando-se do programa FISAT II, (GAYANILO & PAULY, 1998).

Peso assintótico ($W_{t\infty}$): obtido utilizando-se o método dedutivo de SANTOS (1978), no qual se substitui o valor de Ls (comprimento padrão) por L_{∞} na equação matemática obtida na relação peso/comprimento. Sendo assim:

$$W_{t\infty} = a * L_{s\infty}^b$$

onde:

$W_{t\infty}$ = peso total do indivíduo (g);

a = coeficiente linear da relação peso/comprimento;

$L_{s\infty}$ = comprimento padrão (cm);

b = coeficiente angular ^φ da relação peso/comprimento.

Curva de crescimento em comprimento: determinada utilizando-se a equação de Von Bertalanffy combinada com o método Ford Walford (WALFORD, 1946) conforme BEVERTON & HOLT, (1957). Ressalta-se que os parâmetros dessa expressão foram determinados pelo programa FISAT II, (GAYANILO & PAULY, 1998), conforme descrição acima, exceto para t_0 , que foi considerado como igual a zero. Desta forma, a curva de crescimento em comprimento é dada pela expressão matemática:

$$L_s = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

onde:

L_s = comprimento padrão estimado (cm);

L_{∞} = comprimento teórico assintótico (comprimento máximo que um peixe atingiria em condições ideais);

k = taxa de crescimento;

t = idade;

t_0 = idade inicial estimada (utilizou-se $t_0 = 0$).

Curva de crescimento em peso: determinada pelo método indutivo no qual a expressão matemática da curva de crescimento em comprimento é combinada com a expressão matemática da relação peso/comprimento. Desta forma, a curva de crescimento em peso é dada pela expressão matemática (SANTOS, 1978):

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

onde:

W_t = peso total estimado (g);

W_{∞} = peso teórico assintótico (peso máximo que um peixe atingiria em condições ideais);

k = taxa de crescimento;

t = idade;

t_0 = idade inicial estimada (utilizou-se $t_0 = 0$).

b = coeficiente angular ^{ϕ} da relação peso/comprimento.

As análises estatísticas e corretadas foram realizadas utilizando-se os programas específicos como Biostat 5.0, SigmaStat 3.1 e Excel (versão 2007).

Resultados

Quanto à abundância dos exemplares capturados, esta foi maior em número de indivíduos e biomassa total para o trecho Tanque (Tabela I). Em relação à estatística descritiva dos valores de comprimento padrão e peso, se evidencia na Tabela II e Figura 04, que o comprimento padrão e peso total de *Pimelodus maculatus* são significativamente maiores (Teste de Mann-Whitney) no trecho Tanque em relação ao trecho Controle para amostra total (M+F+I) e para machos e fêmeas separadamente. Ainda, as fêmeas do trecho Tanque e Controle apresentam comprimento padrão e peso total significativamente maiores em relação aos machos de seus respectivos trechos Controles.

Tabela I. Número total de exemplares amostrados e biomassa total de *Pimelodus maculatus* dos trechos Tanque e Controle.

Fêmeas+Machos+Indefinidos	Tanque	Controle
Número amostral (N)	1142	270
Biomassa total (kg)	215,43	34,16
Machos		
Número amostral (N)	409	80
Biomassa total (kg)	41,66	6,52
Fêmeas		
Número amostral (N)	716	180
Biomassa total (kg)	172,86	27,32

Tabela II. Estatística descritiva dos valores de comprimento padrão e peso de *Pimelodus maculatus* para os trechos Tanque e Controle.

Fêmeas+Machos+Indefinidos	Tanque (N = 1.142)		Controle (N = 270)	
	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)
Mínimo	9,4	19,8	8,8	15,1
Máximo	34,4	1060	29	603,9
Amplitude Total	25	1040,2	20,2	588,8
Mediana	18,6	143,7	17	94,5
Primeiro quartil	16	88,8	14,6	65,9
Terceiro quartil	22,1	235,9	20	163,5
Média Aritmética	19,3	188,6	17,4	126,5
Variância	17,12	20673,12	15,09	8866,34
Desvio Padrão	4,1	143,8	3,9	94,2
Erro Padrão	0,1224	42,547	0,2364	57,305
Machos	Tanque (N = 409)		Controle (N = 80)	
	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)
Mínimo	11,2	37,1	11,3	31,7
Máximo	28,6	718,2	23,7	283,5
Amplitude Total	17,4	681,1	12,4	251,8
Mediana	15,8	85,4	15,1	68,9
Primeiro quartil	14,8	70,7	14,3	58,2
Terceiro quartil	16,8	109,7	16,5	86,3
Média Aritmética	16,2	101,9	15,5	81,5
Variância	4,59	3679,26	4,98	1785,8
Desvio Padrão	2,1	60,7	2,2	42,3
Erro Padrão	0,1059	29,993	0,2496	47,247
Fêmeas	Tanque (N = 716)		Controle (N = 180)	
	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)	Comprimento padrão (cm)	Peso total (g)
Mínimo	10,1	30	8,8	15,1
Máximo	34,4	1060	29	603,9
Amplitude Total	24,3	1030	20,2	588,8
Mediana	20,8	198,1	18,4	120,4
Primeiro quartil	18,5	137,3	15,6	80
Terceiro quartil	23,4	289,7	20,8	199
Média Aritmética	21,2	241,4	18,6	151,8
Variância	14,43	23337,17	15,22	10483,26
Desvio Padrão	3,8	152,8	3,9	102,4
Erro Padrão	0,142	57,091	0,2906	76,315

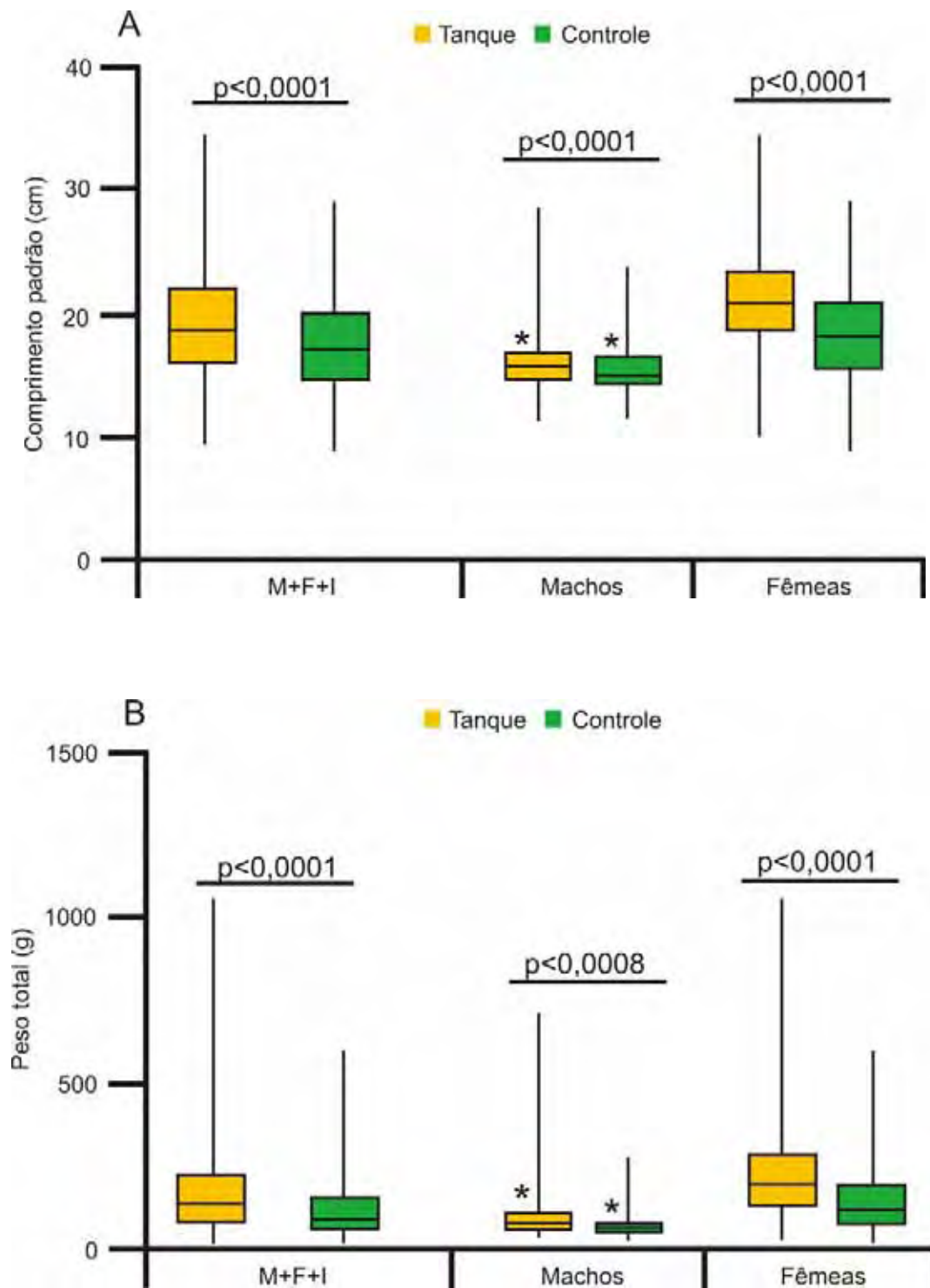


Figura 04. “Box-Plot” – A) comprimento padrão e; B) peso de *Pimelodus maculatus*. (* = valores estatisticamente diferentes entre machos e fêmeas do mesmo trecho → $p < 0,0001$).

Em relação à proporção entre sexos, obteve-se uma relação de 1,75♀:1,0♂ para o trecho Tanque, enquanto que para o trecho Controle esta proporção é de 2,25♀:1,0♂. Ainda na Figura 05, encontram-se dados referentes à proporção relativa entre machos e fêmeas, onde se observa diferença significativa entre o número fêmeas e machos para o trecho Tanque e para o trecho Controle.

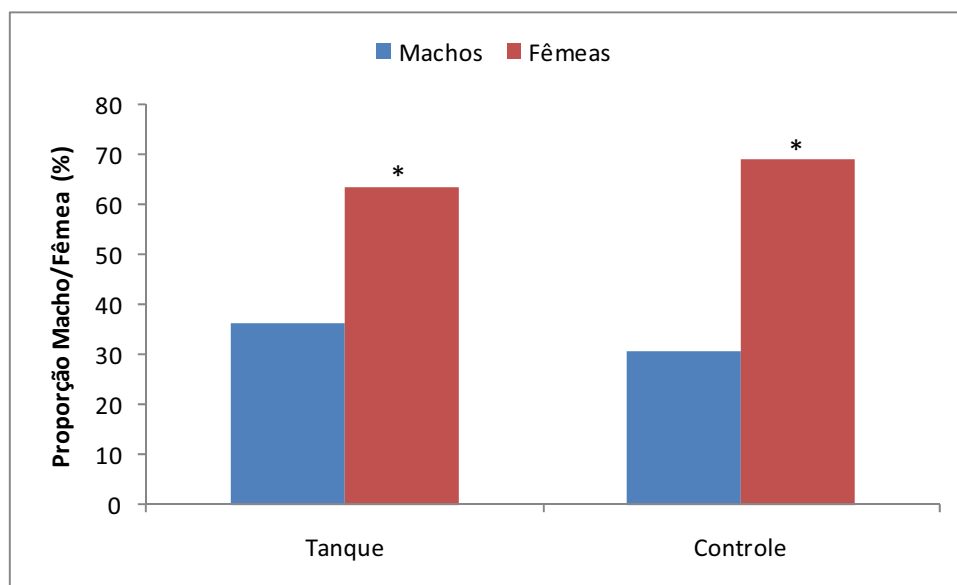


Figura 05. Proporção relativa (%) entre machos e fêmeas de *Pimelodus maculatus*. (* = valores estatisticamente diferentes $\rightarrow \chi^2 > 3,84$).

Ainda, observam-se diferenças significativas quanto ao tipo de crescimento^b (= tipo de crescimento) entre os exemplares dos trechos Tanque e Controle (Figura 6 – A $\rightarrow t_{\text{calculado}} = 3,5636$). Para machos (Figura 06 – B) e fêmeas (Figura 06 – C). Em relação ao tipo de crescimento, os exemplares do trecho Tanque e Controle também apresentam diferenças ($t_{\text{calculado}} = 2,3301$ e $2,5853$ respectivamente), sendo que em todos os três casos, os exemplares do trecho Tanque apresentam crescimento alométrico positivo, enquanto que os do trecho Controle apresentam crescimento isométrico (Tabela III). Ainda observa-se igualdade entre machos e fêmeas do trecho Tanque ($t_{\text{calculado}} = 1,1734$) e machos e fêmeas do trecho Controle ($t_{\text{calculado}} = 0,4124$).

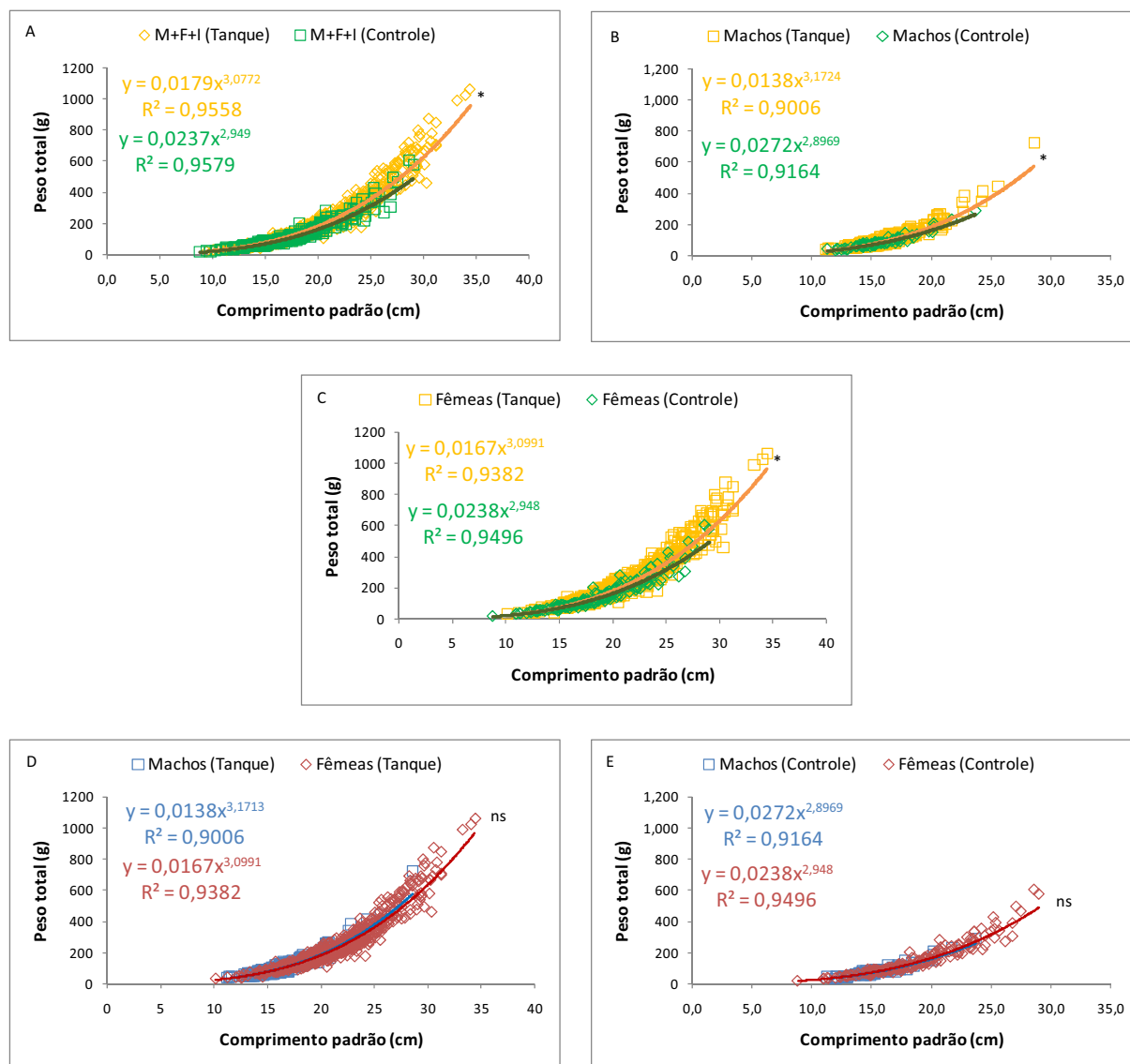


Figura 06. Relação peso/comprimento de *Pimelodus maculatus*. A) M+F+I = Tanque x Controle; B) Machos = Tanque x Controle; C) Fêmeas = Tanque x Controle; D) Machos x Fêmeas = Tanque; e E) Machos x Fêmeas = Controle (ns = valores estatisticamente iguais) (* = valores estatisticamente diferentes).

Tabela III. Tipo de crescimento de *Pimelodus maculatus* para os trechos Tanque e Controle (^b = valor obtido na relação peso/comprimento).

Tanque				Controle			
Sexo	Crescimento	^b	Teste t	Sexo	Crescimento	^b	Teste t
M+F+I	Alométrico +	3,077	3,942	M+F+I	Isométrico	2,949	1,351
Machos	Alométrico +	3,171	3,283	Machos	Isométrico	2,897	1,040
Fêmeas	Alométrico +	3,099	3,327	Fêmeas	Isométrico	2,948	1,022

Em relação ao fator de condição individual, observa-se que os exemplares do trecho Tanque, possuem maior grau engorda (higidez) quando comparados com os do trecho Controle. Realizando comparação entre machos de trechos distintos, a situação se mantém, sendo o mesmo observado para fêmeas. Ressalta-se que não há diferenças significativas entre o fator de condição entre machos e fêmeas do mesmo trecho (Figura 7 – A). Quanto ao período do ano (seco x chuvoso), pode-se verificar que há diferenças significativas tanto entre os trechos Tanque e Controle como entre os períodos (seco e chuvoso) para o mesmo trecho em estudo (figura 07 – B), sendo que o trecho Tanque apresenta valores superiores em relação ao trecho Controle. Ainda, na análise do fator de condição individual por trimestre, observam-se diferenças estatisticamente significativas para o 1º, 2º e 3º trimestres entre os trechos Tanque e Controle. Ainda, pode-se verificar uma variação temporal, com uma diminuição significativa do 2º para o 3º trimestre ($p < 0,0015$) e seguido de um aumento significativo no 4º trimestre ($p < 0,0001$) no trecho Controle. Entretanto para o trecho Tanque, não se constata diferenças temporais como observado para o trecho Controle. (Figura 07 - C).

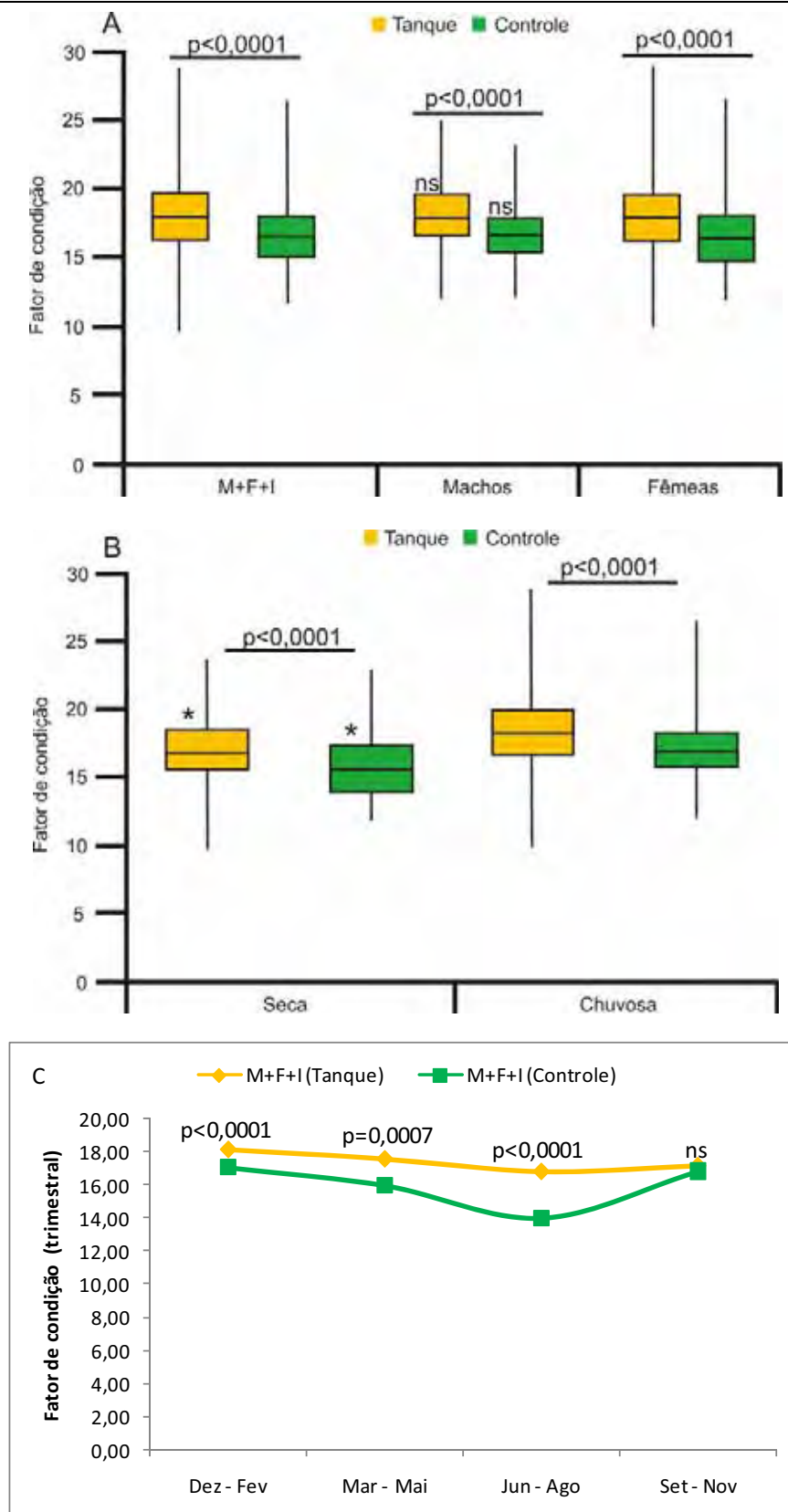


Figura 07. “Box-Plot” - Fator de condição individual de *Pimelodus maculatus*. A) Machos, Fêmeas e M+F+I; B) Estação Seca x Chuvosa e; C) Trimestral para os trechos Tanque e Controle (ns = valores estatisticamente iguais) (* = valores estatisticamente diferentes).

Em relação ao fator de condição relativo, este apresenta diferença significativa entre as amostras dos trechos Tanque e Controle (Figura 08 - A). Na Figura 8 – B, pode-se verificar que para os Machos, também há diferenças significativas entre os trechos estudados, sendo este mesmo fato observado para as Fêmeas (Figura 08 – C). Contudo, a comparação entre machos e fêmeas do mesmo trecho não há diferenças significativas (Figura 8 – D e E).

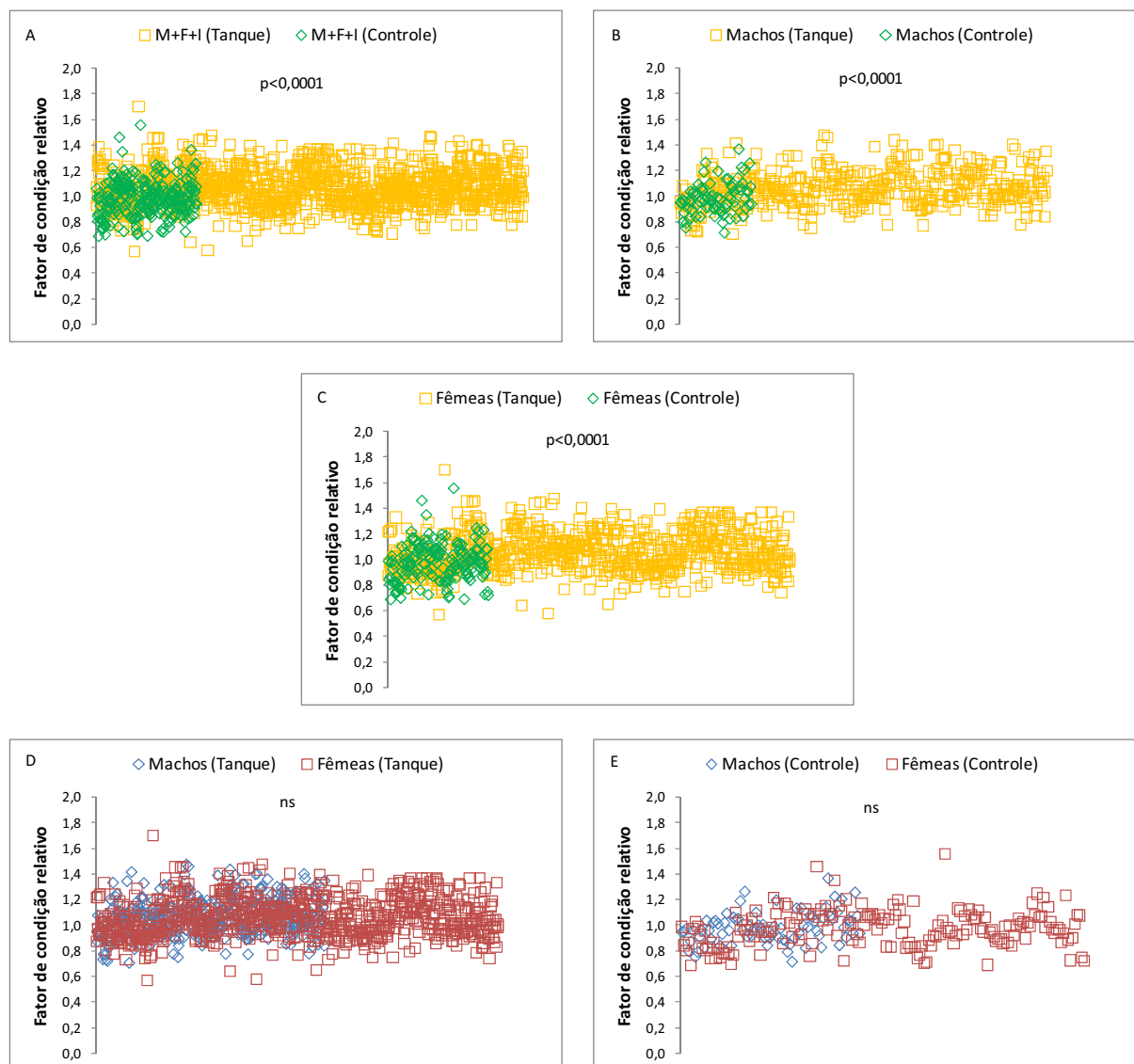


Figura 08. Fator de condição relativo de *Pimelodus maculatus*. A) Machos (Tanque x Controle); B) Fêmeas (Tanque x Controle); C) M+F+I (Tanque x Controle); D) Machos x Fêmeas (Tanque) e; E) Machos x Fêmeas (Controle) (ns = valores estatisticamente iguais).

Ainda, na Tabela IV e Figura 09 observam-se os valores dos parâmetros das curvas de comprimento máximo assintótico, peso máximo assintótico e taxa de crescimento para os trechos Tanque e Controle, onde o trecho Tanque apresenta valores superiores em relação ao trecho Controle.

Tabela IV. Valores de comprimento padrão infinito ($L_{s\infty}$), peso infinito ($W_{t\infty}$) e taxa de crescimento (k) para *Pimelodus maculatus* nos trechos Tanque e Controle.

Variáveis	Tanque	Controle
$L_{s\infty}$ (cm)	36,21	30,52
$W_{t\infty}$ (g)	1064,06	572,24
k	0,81	0,68

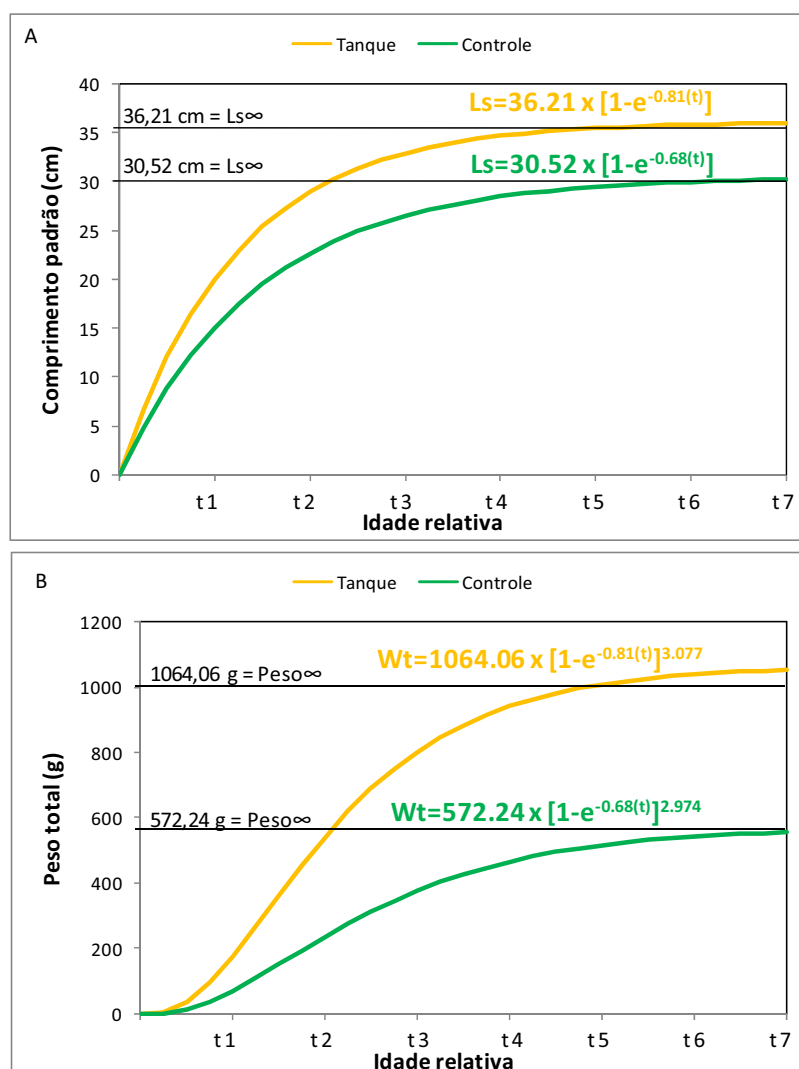


Figura 09. Curva crescimento para *Pimelodus maculatus*. A) Comprimento padrão* (Tanque x Controle) e; B) Peso total** (Tanque x Controle). * = ajuste pelo modelo de Von Bertalanffy; ** = método dedutivo (SANTOS, 1978).

Complementarmente, na Figura 10 – A e B observa-se os histogramas de distribuição de frequência do comprimento padrão por mês e ano e as curvas ajustadas com o auxílio do programa computacional Fisat II para os trechos em estudo. Na Figura 11 encontram-se essas curvas de crescimento sem os histogramas na qual mais uma vez se verifica o crescimento superior dos exemplares do trecho Tanque em relação ao Controle.

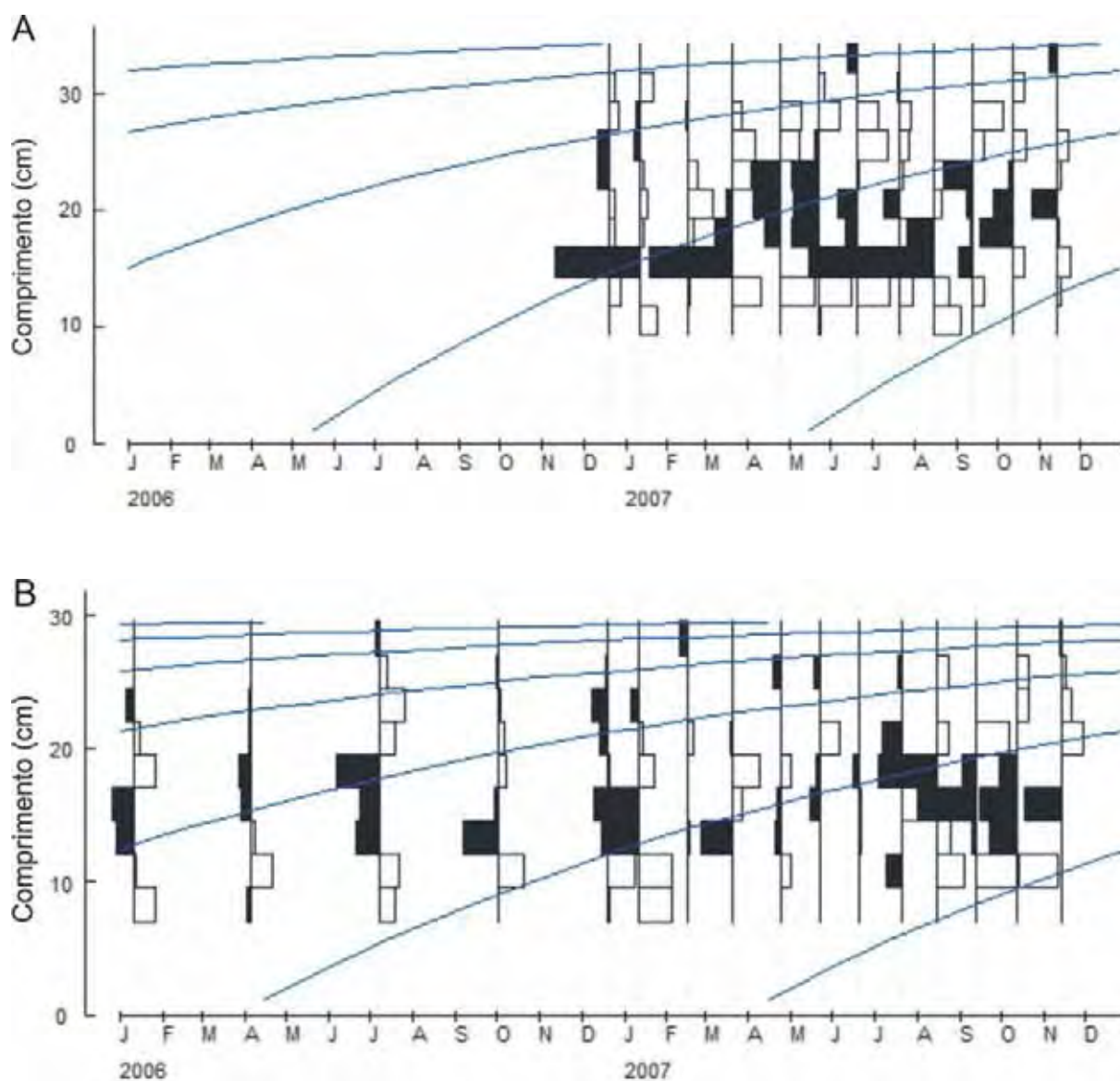


Figura 10. Curvas de crescimento em comprimento padrão para *Pimelodus maculatus* dos trechos Tanque e Controle, geradas pelo programa Fisat II (GAYANILO & PAULY, 1998).

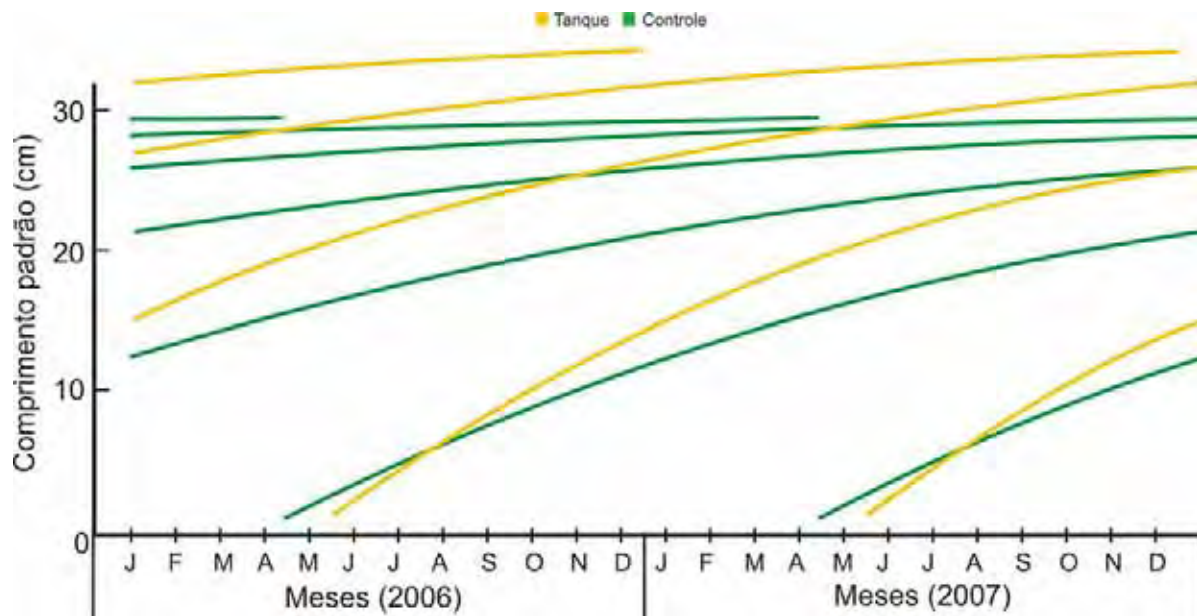


Figura 11. Curvas de crescimento em comprimento padrão para *Pimelodus maculatus* dos trechos Tanque e Controle.

Quanto à estrutura populacional, com base na frequência de indivíduos por classe de tamanho, o trecho Tanque apresenta distribuição ligeiramente diferente em relação ao trecho Controle. Ainda, constata-se que ambos os trechos apresentam o maior número de indivíduos capturados na classe de 15,8 cm (Figura 12 – A). Em relação aos machos, o maior número de exemplares está na classe de 17,2 cm e 14,7 cm para o trecho Tanque e Controle respectivamente (Figura 12 – B). Para as fêmeas, observa-se maior número de indivíduos na classe de 20,1 cm para trecho Tanque, e na classe de 17,6 cm para o trecho Controle (Figura 12 – C). Em relação às diferenças entre machos e fêmeas oriundas do mesmo trecho observa-se que as fêmeas possuem distribuição mais uniforme que os machos. Ainda, os machos apresentam o maior número de indivíduos capturados na classe de 15,1 cm para ambos os trechos, enquanto que as fêmeas do trecho Tanque apresentam o maior número de indivíduos na classe de 23,1 cm, e as do trecho Controle, na classe de 17,6 cm (Figura 12 - D e E).

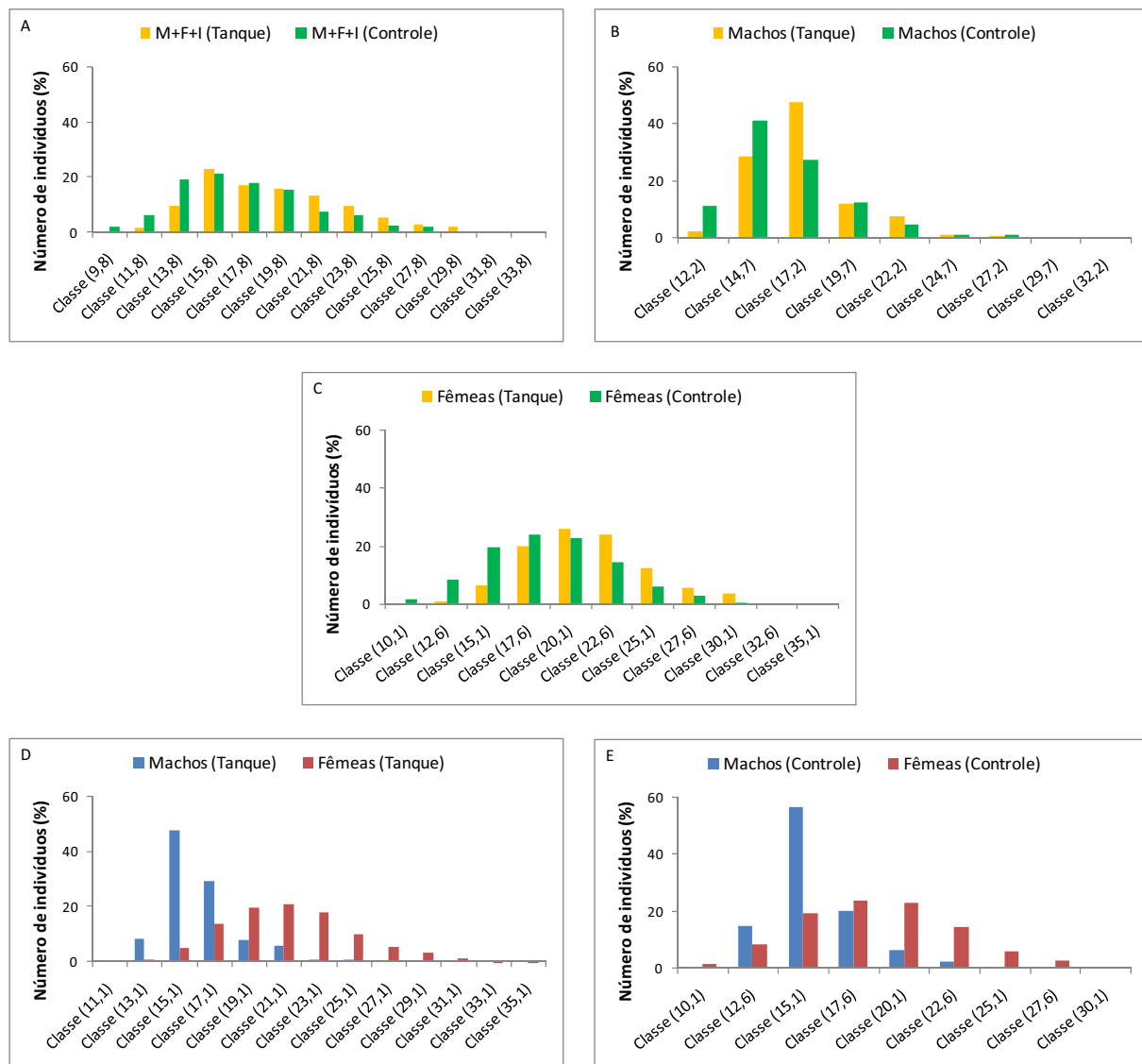


Figura 12. Distribuição de frequência por classes de tamanho (comprimento padrão) de *Pimelodus maculatus*. A) Machos (Tanque x Controle); B) Fêmeas (Tanque x Controle); C) M+F+I (Tanque x Controle); D) Machos x Fêmeas (Tanque) e; E) Machos x Fêmeas (Controle) (ns = valores estatisticamente iguais).

Discussão

As pisciculturas em tanques-rede aportam recursos na forma de matéria orgânica e energia à teia trófica do meio aquático, servindo de atrativo para vários organismos (BEVERIDGE, 2004). Pode-se especificar, como sendo alimento de forma direta os restos de ração e fezes, e indireta, algas, zoobentos e peixes forrageiros atraídos pela atividade. Ainda, a estrutura física desse sistema de piscicultura pode servir como abrigo e refúgio a diferentes componentes da biota (BEVERIDGE, 1984 e 1996).

Elucidando a questão do aporte direto de alimento têm-se primeiramente o recurso de origem alóctone, como restos de ração. Esse é disponibilizado diretamente durante o arraçoamento dos peixes em cultivo, que na maioria dos casos é realizado de forma manual com rações extrusadas (flutuantes), o que possibilita perdas devido a falhas inerentes do tipo de manejo. Ainda, ressalta-se que parte do alimento ingerido pelos peixes em cultivo, é eliminado na forma de excretas (fezes e metabólitos), que também são aproveitados pela ictiofauna residente que ocupa áreas próximas aos tanques (HÅKANSON, 2005). Desta maneira, uma vez que parte da ração não é totalmente aproveitada pelos animais em cultivo, estima-se que até 30% pode ser perdida para o meio aquático, podendo ser aproveitada pela biota local (BEVERIDGE, 2004).

Quanto ao aporte indireto, estudos relacionados à aquicultura marinha e continental, relatam que há um maior número de organismos fitoplancctônicos, organismos bentônicos e peixes nas áreas próximas aos empreendimentos de pisciculturas em tanques-rede, devido à disponibilidade de alimento (MENEZES & BEYRUTH, 2003; NICKELL et al., 2003; HONKANEN & HELMINEM, 2000; BEVERIDGE, 1996; BOYRA et al., 2004; DEMPSTER et al., 2002; HÅKANSON, 2005; GIANNOULAKI, 2005; MACHIAS et al., 2004; KUTTI, 2008). Ainda, esses mesmos autores, relatam que para tanques-rede marinhos e de água doce, ocorre um aumento seletivo dos organismos, ou seja, há um aumento na

abundância de algumas espécies, não ocorrendo aumento na diversidade da comunidade (riqueza de espécies).

Com base nos resultados do presente trabalho, observa-se uma abundância significativamente superior em número de exemplares e biomassa da espécie *Pimelodus maculatus* no trecho Tanque em relação ao trecho Controle. Este fato explica-se com a literatura citada anteriormente, ou seja, a maior abundância de *Pimelodus maculatus* nas áreas próximas aos sistemas de piscicultura, esta diretamente relacionada com a maior disponibilidade de recursos alimentares. Sendo assim, os animais buscam áreas próximas aos tanques, devido a contínua e maior disponibilidade de alimento de origem alóctone (ração e fezes) ou autóctone (algas, zoobentos e peixes forrageiros atraídos). Para reforçar essa hipótese, avaliação do conteúdo estomacal de *Pimleodus maculatus* capturados junto aos tanques-rede, detectou quantidades significantes de restos de ração (capítulo I).

Ainda, NIKOLSKY (1969) e CUSHING (1981), relatam que para os peixes a quantidade e a qualidade do alimento ingerido determinam suas características de fecundidade, taxa de crescimento, tempo de maturidade de suas gônadas e a longevidade. Sendo assim, pode-se inferir que a presença de indivíduos com maior peso e comprimento em relação aos capturados no trecho Controle, esta relacionada tanto à maior disponibilidade quanto à qualidade do alimento ingerido nas proximidades do sistema de cultivo em tanques-rede, uma vez que a ração fornecida aos peixes em cultivo possui ingredientes (proteínas, lipídeos, sais minerais e vitaminas) necessários ao bom crescimento e engorda dos animais.

Quanto à análise por sexo, observa-se que as fêmeas apresentam maior comprimento padrão e peso total em relação aos machos tanto no trecho Tanque como no trecho Controle. Este fato já era esperado, uma vez que as fêmeas da espécie *Pimelodus maculatus* apresentam maiores comprimentos e pesos em relação aos machos (BRAGA, 2000; GODINHO et al., (1977); FENERICH et al., 1975). Quanto à proporção entre os sexos,

constatou-se uma maior proporção de fêmeas em relação aos machos, nos dois trechos estudados. VAZZOLER (1996) discute que a proporção entre os sexos em peixes varia ao longo do ciclo de vida em função de eventos sucessivos, que atuam de modo distinto sobre os indivíduos de cada sexo. Em muitos casos observa-se, para a população uma proporção de 1:1, mas, quando a análise é aprofundada, pode ocorrer predomínio das fêmeas (VAZZOLER, 1996). Ainda, NIKOLSKY (1969), coloca que o número de fêmeas de uma população, é um dos principais fatores que governam as dimensões de uma classe anual de peixes ovulíparos e ovíparos. Sendo assim, um maior número de fêmeas, viabiliza um maior número de oócitos, podendo assim, haver um maior sucesso no recrutamento.

Neste contexto, outro fato observado é que durante o período de estudo foram capturadas poucas fêmeas maduras (10 indivíduos) em ambos os trechos (Tanque e Controle) reforçando as informações que a espécie faz migrações reprodutivas, buscando tributários e trechos lóticos (VAZZOLER, 1996; DEITOS, 2002; AGOSTINHO et al., 2007). Sendo assim, infere-se que certamente essa população de *Pimelodus maculatus* estaria utilizando as áreas próximas aos tanques e/ou o corpo principal da represa, somente como habitats de alimentação. Reforçando esta hipótese, BRAGA (2001), relata que na represa de Volta Grande – MG, a análise conjunta da intensidade reprodutiva, proporção entre jovens e adultos e valores médios dos graus de repleção e de gordura acumulada para *Pimelodus maculatus*, indicou ausência de atividade reprodutiva no corpo principal desta represa, estando ela relacionada apenas com a alimentação e crescimento. Ainda, SUZUKI & AGOSTINHO (1997) destacam que a antiga condição do rio, antes de seu barramento, condicionava as características adaptativas das espécies com relação à reprodução.

Em relação à dinâmica do crescimento, várias evidências mostram claramente o efeito indutivo da atividade de piscicultura sobre os parâmetros de crescimento dessa espécie. Primeiramente, pode-se citar o tipo de crescimento, onde os exemplares do trecho Tanque

apresentam crescimento alométrico positivo, atingindo maiores comprimentos em relação ao trecho Controle onde o crescimento é isométrico. Ainda, os exemplares de *Pimelodus maculatus* oriundos do trecho Tanque possuem maior taxa de crescimento (k) em relação aos do Controle, conforme pode ser evidenciado nas expressões matemáticas das curvas de crescimento em comprimento e em peso. Neste sentido, pode-se inferir que os animais agregados ao trecho Tanque, apresentam valores superiores nos parâmetros do crescimento (maiores tamanhos, taxa de crescimento e alometria positiva), em decorrência do fluxo contínuo de matéria e energia (alimento) e o seu aproveitamento no trecho sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede.

Adicionalmente, reforçando essa hipótese NIKOLSKY (1969) e CUSHING (1981), argumentam que o início de primeira maturação gonadal em peixes, está relacionado, geralmente, com um determinado tamanho do animal. Desta maneira, analogamente pode-se supor que as populações de *Pimelodus maculatus* agregados às áreas próximas aos tanques, devem alcançar o tamanho de primeira maturação das gônadas precocemente, isto é, antes das populações sem influência dessa atividade zootécnica. Sendo assim, pode-se supor que exemplares de mesmo tamanho e sexo, mas de trechos distintos (Tanque e Controle), devem ter idades diferentes, sendo os do Tanque, mais jovens. Neste sentido, uma vez que os indivíduos oriundos do trecho Tanque crescem mais, atingem o tamanho de primeira maturação gonadal e reproduzem mais precocemente, coloca-se outra hipótese, onde a parcela da população que ocupa as adjacências dos tanques-rede pode possuir uma maior taxa de recrutamento (mais descendentes) em relação à parcela do trecho Controle.

Para o fator de condição também se constata que os exemplares do trecho Tanque, apresentam melhores condições somáticas em relação aos do trecho Controle. Mais uma vez, isso deve estar correlacionado com a maior e contínua disponibilidade de recursos alimentares de alta qualidade (rações balanceadas) decorrente da atividade de piscicultura em

tanques-rede, ao longo do tempo. Reforçando essa hipótese, pode-se observar que mesmo durante o período mais frio (inverno) o fator de condição dos exemplares agregados aos tanques-rede não sofrem queda acentuada, ao contrário do que é observado no trecho Controle. Ainda, pode-se inferir que estas melhores condições somáticas, podem ter reflexos no recrutamento de novos indivíduos nessa parcela da população, uma vez que NIKOLSKY (1969) discute que o forrageamento realizado nos meses que precedem o início do período reprodutivo interfere diretamente sobre o sucesso da estação reprodutiva. Por outra óptica, constatou-se que não há diferenças significativas entre machos e fêmeas oriundos do mesmo trecho para essa variável. Isto demonstra que em ambos os sexos, as interferências ambientais específicas de cada trecho, atuam de forma similar, definindo suas táticas do ciclo de vida.

Quando se observa os resultados por período seco e chuvoso, se verifica que há diferenças significativas entre estes. Estudo complementar (capítulo I) sobre a dieta de *Pimelodus maculatus* agregados aos tanques-redes demonstra que, apesar da maior disponibilidade do recurso alóctone (ração) a espécie não deixa de aproveitar os recursos naturais (autóctones). Por exemplo, pode-se constatar que durante o período de chuvas, a espécie consome maior quantidade de peixes em relação ao período de seca, independente do trecho, o que pode ser um dos motivos da diferença entre estes períodos. Outro fato, é que o período reprodutivo de *Pimelodus maculatus* coincide com o chuvoso (de outubro a março) (GODINHO et al., 1977; VAZZOLER, 1996), no qual as fêmeas apresentam maiores valores de índice gonadosomático com reflexos no fator de condição, como também discutido por LIMA-JUNIOR & GOITEIN (2006). Ainda, pode-se elencar que as atividades de piscicultura são mais intensas nesse período (outubro a março), no qual os peixes em cultivo estão mais ativos e, portanto alimentam-se mais. Conseqüentemente, há um maior aporte de ração e efluentes ao ecossistema aquático, aumentando assim a disponibilidade de matéria e

energia para todo o biota adjacente, onde *Pimelodus maculatus*, aproveita diretamente este recurso alóctone (capítulo I).

Conforme discutido anteriormente, a análise do fator de condição relativo agrupado (machos, fêmeas e indefinidos) também demonstra que os exemplares de cada trecho estão com seus pesos dentro do esperado para as condições ambientais específicas de cada trecho, ou seja, o fator de condição relativo é igual a 1 tanto no trecho Tanque como no Controle. Entretanto, observam-se diferenças significativas quando se compara ambientes diferentes (Tanque e Controle), sendo que no trecho Tanque os exemplares apresentam maior fator de condição relativo, sendo que tal situação mais uma vez relaciona-se diretamente com a disponibilidade de alimento de forma contínua durante todo o ano.

Outro enfoque analisado foi à estrutura populacional com base no comprimento padrão. Neste sentido, BRAGA, (2000); GODINHO et al., (1977); e FENERICH et al., (1975), demonstram que as fêmeas dessa espécie possuem maiores comprimentos, como também observado no presente trabalho. Ainda, os dados do presente trabalho demonstram que as fêmeas possuem uma distribuição mais uniforme por classes de tamanho que os machos. Também, os machos apresentam uma maior frequência relativa de indivíduos (n) nas classes de 14,7 cm (Controle) e 17,2 cm (trecho Tanque), sendo que nas classes subsequentes há uma drástica diminuição amostral. Isso indica que há algum fator ambiental ou genético atuando seletivamente sobre os machos, fazendo com que ocorra esta diminuição. Entretanto, esta questão fica em aberto, necessitando de estudos mais detalhados. Ainda, ressalta-se que o maior número de exemplares foram capturados na classe de 15,8 cm, tanto para o trecho Tanque como para o Controle. Com base neste resultado, verifica-se que a classe de tamanho mais representativa da população de *Pimelodus maculatus* da represa de Chavantes possui menor comprimento, quando comparada com populações de outras represas brasileiras. Neste sentido podem-se citar os trabalhos de BRAGA (2000), na represa de Volta Grande – MG

onde o maior número de indivíduos capturados pertencem as classes de tamanho de 26,6 e 31,6 cm. BRAGA (1995) na represa de Barra Bonita – SP verificou o maior número de capturas nas classes de tamanho de 21 e 24 cm e BARBOSA et al., (1988) observaram o maior número de exemplares coletados nas classes de 15 e 19 cm na represa de Bariri – SP. Assim, como as amostragens foram realizadas com artes de pesca semelhantes, as diferenças encontradas devem estar relacionadas à plasticidade de crescimento da espécie em diferentes ambientes (BRAGA, 2000). Ainda, o fato da represa de Chavantes – SP apresentar o maior número de indivíduos de *Pimelodus maculatus* em uma classe de tamanho menor que das outras represas citadas, pode estar relacionado ao fato desta represa ser oligotrófica (NEVES, 2008), apresentado baixos teores de nutrientes e conseqüentemente baixa produção primária, o que impede que níveis superiores da cadeia trófica obtenham melhor desenvolvimento.

Conclusões

Com base nesses resultados, constata-se que os exemplares de *Pimelodus maculatus* atraídos para as adjacências dos sistemas de pisciculturas em tanques-rede, estão aproveitando os restos de ração disponibilizados pelo manejo zootécnico, que possibilita maior crescimento somático. Pode-se concluir que as pisciculturas em tanques-rede induzem a significativas alterações na estrutura populacional dessa espécie de peixe nativo.

Referências

- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F.; PETRERE JR. Itaipu reservoir (Brazil): Impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: COWX, I.G. (Ed.) **Rehabilitation of freshwater fisheries**. London: Fishing New Books, 1994. p.171-184.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Máringa: EDUEM, 2007. 500p.
- ALLEN, J.R.M.; WOOTTON, R.J. Temporal patterns in diet and rate of food consumption of three spinedstickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in Llyn Frongoch, an upland Welsh lake. **Freshwater Biol.**, v.14, p.260-274, 1982.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, JR. Fator de condição relativo (Kn): um critério para selecionar fêmeas de piabanha, *Brycon insignis*, para indução reprodutiva. **Bol. Inst. Pesca**, v.25, p.95-99, 1999.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Banco de Informações de geração**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2008.
- ANGEL D.L.; SPANIER E. An application of artificial reefs to reduce organic enrichment caused by net-cage fish farming: preliminary results. **J. Mar. Sci.**, v.59, p.324-329, 2002.
- BARBOSA, J.M.; MORAES, M.N.; CAMPOS, E.C. Aspectos da estrutura populacional da madíuva *Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) na represa de Bariri, rio Tietê, Estado de São Paulo. **Bol. Inst. Pesca**, v.15, p.123-133, 1988.
- BASILE-MARTINS, M.A.; CIPÓLI, M.N.; GODINHO, H.M. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), em trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.13, p.17-29, 1986.
- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A.A. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo**. Maringá: Eduem, 1997. p.113-119.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact**. Roma: FAO/Fish.Tech.Pap. (255), 1984. 131p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 2ª ed. Oxford: Fishing News Book, 1996. 346p.
- BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture**. 3ª ed. Oxford: BlackWell Publishing, 2004. 368p.
- BEVERTON, R.J.H.; HOLT, S.J. **On the dynamics of exploited fish populations**. London: Chapman and Hall, 1957. 533p.
- BOYRA, A.; SANCHEZ-JEREZ, P.; TUYA, F.; ESPINO, F.; HAROUN, R. Attraction of wild coastal fishes to an Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canária, canary Islands. **Environ. Biol. Fish.**, v.70, p.393-401, 2004.

BRAGA, F.M.S. **Biologia e pesca da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Scianidae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba, SP.** 1995. 128f. Tese (Livro docência) Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

BRAGA, F.M.S. Biologia e pesca de *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). **Acta Limnol. Bras.**, v.12, p.1-14, 2000.

BRAGA, F.M.S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Sudeste do Brasil. **Iheringia**, v.91, p.67-74, 2001

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v.39, n.4, p.357-362, 2004.

CARVALHO, E.D.; SILVA, V.F.B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim (Alto do rio Paranapanema, São Paulo). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais.** São Paulo: FAPESP, 1999. p.771-799.

CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas.** 2006. 46f. Relatório FAPESP. Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J.; RAMOS, I.P; REZENDE-AYROZA, D.M.M.; AYROZA, L.M. **Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da U.H.E. de Chavantes, médio rio Paranapanema.** 2008. 45f. Relatório de pesquisa (FINEP) vol.1 - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável. In: VALENTI, W.C. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

COSTA-PIERCE, B.A.; SOEMARWOTO, O. (Eds). **Reservoir fisheries and development for resettlement in Indonesia.** Philippines: ICLARM Technical Report 23, 1990. 378p.

CUSHING, D.H. **Fisheries biology: a study in population dynamics.** University of Wisconsin Press. 1981. 295p.

DEITOS, C.; BARBIERI, G.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H. I. Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá reservoir, Brazil. **Cybium**, v.26, p.275-282, 2002.

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

DUKE ENERGY. **Relatório para licenciamento ambiental da usina hidrelétrica de Chavantes**, 2002. v.01, 204p.

ECHE, L.M.F. **Cultivo de peixes em tanques-rede: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos**. 2008. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

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**, v.243, p.159-174, 2005.

FENERICH, N. A.; NARAHARA, M. Y. & GODINHO, H. M. Curva de crescimento e primeira maturação sexual do mandi *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). **Bol. Inst. Pesca**, v.4, p.1-28, 1975.

GAYANILO, F.C.Jr; PAULY, D. (Ed.) FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). **Reference manual: FAO computerized information series (Fisheries) n.8**. Rome: FAO, 1998. 262p.

GIANNOULAKI, M.; MACHIAS, A.; SOMARAKIS, S.; KARAKASSIS, I. Wild fish spatial structure in response to presence of fish farms. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, v.85, p.1271-1277, 2005.

GODINHO, H.M.; BASILE-MARTINS, M.A.; FENERICH, N.A.; NARAHARA, M.Y. Fecundidade e tipo de desova do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). **Rev. Bras. Biol.**, v.37, p.737-744, 1977.

GODOY, M.P. **Peixes do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 1987. 572p.

HÅKANSON, L. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish cage farm emissions. **Lake. Reserv. Res. Manage.**, v.10, p.71-80, 2005.

HONKANEN, T., HELMINEN, H. Impacts of fish farming on eutrophication: comparisons among different characteristics of ecosystem. **Int. Rev. Hydrobiol.**, v.85, p.673-686, 2000.

KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; HATZIYANMI, E.; PAPADOPOULOU, K.N.; PLAITI, W. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. **J. Mar. Sci.**, v.57, p.1462-1471, 2000.

KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; SMITH, C.J.; RUMOHR, H. Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.227, p.125-133, 2002.

KARAKASSIS, I.; PITTA, P.; KROM, M.D. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. **Sci. Mar.**, v.69, p.313-321, 2005.

KUTTI, T. A aquicultura estimulando a vida animal. **Pan. Aquicult.**, v.18, n.105, p.18-19, 2008.

LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Anim. Ecol.**, v.20, p.201-19, 1951.

LIMA-JUNIOR, S.E.; GOITEIN, R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP Brasil). **Bol. Inst. Pesca**, v.32, n.1, p.87-94, 2006.

LOLIS, A.A.; ANDRIAN, I.F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.23, n.único, p.187-202, 1996.

MACHIAS, A.; KARAKASSIS, I.; LABROPOULOU, M.; SOMARAKIS, S.; PAPADOPOULOU, K.N.; PAPAConstantinou, C. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. **Estuarine Coast. Shelf Sci.**, v.60, p.771-779, 2004.

MACHIAS, A.; KARAKASSIS, I.; SOMARAKIS, S.; GIANNOULAKI, M.; PAPADOPOULOU, K.N.; SMITH, C. The response of demersal fish communities to the presence of fish farms. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.288, p.241-250, 2005.

MACHIAS, A.; GIANNOULAKI, M.; SOMARAKIS, S.; MARAVELIAS, C.D.; NOFITOU, C.; KOUTSOUBAS, D.; PAPADOPOULOU, K.N.; KARAKASSIS, I. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. **Aquaculture**, v.261, p.809-816, 2006.

MEDEIROS, F.C. **Tanque-rede: mais tecnologia e lucro na piscicultura**. Cuiabá/MT: Centro América, 2002. 110p.

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

MUNDAY, B.W.; ELEFTherIOU, A.; KENTOURI, M.; DIVANACH, P. **The interactions of aquaculture and the environment: a bibliographical review**. Bruselas: Commission of the European Communities, Directorate General for Fisheries, 1992. 325p.

NEVES, G.P. **Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as assembléias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR)**. 2008. 248f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

NICKELL, L.A.; BLACK, K.D.; HUGHES, D.J.; OVERNELL, J.; BRAND, T.; NICKELL, T.D.; BREYER, E.; HARVEY, M.S. Bioturbation, sediment fluxes and benthic community structure around a salmon cage farm in Loch Creran, Scotland. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.285-286, p.221-233, 2003.

NIKOLSKY, G.V. **Theory of fish populations dynamics: as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources**. Edimburg: Oliver & Boyd, 1969. 323p.

ONO, E.A. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Rio de Janeiro/RJ: Fundação Biblioteca Nacional, 1998. 41p.

ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A.; SILVA-SOUZA, A.T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: MEDRI, M.E.; SHIBATTA, O.A.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A. (Eds.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Edição dos Editores, 2002. p.425-432.

PERSSON, G. Environmental impact and nutrient emissions from salmonid fish culture. In: FRENCH-SWEDISH LIMNOLOGICAL SYMPOSIUM, 1988, France. **Proceedings...** France: Thonon-les-Bains: INRA, 1988. p.215-226.

PITTA, P.; APOSTOLAKI, E.T.; GIANNOULAKI, M.; KARAKASSIS, I. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. **Estuarine Coast. Shelf Sci.**, v.65, p.501-512, 2005.

RAMOS, I.P.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P. & CARVALHO, E.D. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). **Acta Limnol. Bras.**, v.20, n.3, p.245-252, 2008.

REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS Jr, C.J. (Orgs.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.

REZENDE-AYROZA, D.M.M.; CAMARGO, A.F.M.; NOGUEIRA, M.G. **Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da UHE de Chavantes, médio rio Paranapanema**. 2008. 72f. Relatório de pesquisa (FINEP) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SAMPAIO, T. Relatório dos rios Itapetininga e Paranapanema. **Rev. Inst. Geogr. Geol.**, v.2, n.3, 1944.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: EDUSP, 1978. 129p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada à aquicultura. **Bol. Téc. Centro de Aquicultura Unesp**, v.1, 1995. 72p.

STURGES, H.A. The choice of a class interval. **J. Am. Stat. Assoc.**, v.21, n.153, p.65-66, 1926.

SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de peixes do Reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Eds.). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o Manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. p.163-182.

TUNDISI, J.G. Represas como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de represas: estrutura, funções e aspectos sociais**. São Paulo: FAPESP, 1999. v.1, p.19-38.

TYLER, A.V.; DUNN, R.S. Ration, growth and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*, with hypothesis regarding population homeostasis. **J. Fish. Res. Board Can.**, v.33, p.63-75, 1976.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem. 1996. 169p.

VIEIRA, S. **Bioestatística: Tópicos avançados**. Rio de Janeiro: Editora Campus. 2003. 232p.

WALFORD, L.A. A new graphic method of describing the growth of animals. **Biol. Bull. Mar. Biol. Lab.**, v.90, p.141-147, 1946.

YUCEL-GIER, G.; KUCUKSEZGIN, F.; KOCAK, F. Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). **Aquacult. Res.**, v.38, p.256-267, 2007.

Considerações finais

Diversos autores relatam os impactos da atividade de pisciculturas em tanques-rede sobre o ecossistema aquático. Estes impactos causam interferências na qualidade da água, nas comunidades bentônicas, planctônicas e peixes. Entretanto, há poucas evidências da perda da qualidade da água em decorrência da implantação de sistemas de pisciculturas em tanques-rede. Neste sentido, conforme apresentado nesta dissertação, os efluentes emitidos por essa atividade, certamente estão sendo ciclados pela biota residente. Portanto, um importante serviço ambiental ao ecossistema esta sendo realizado no que se refere à eutrofização.

Entretanto, sob a óptica do trinômio (responsabilidade social, econômica e ambiental) é necessário efetivo ordenamento dessa atividade por órgãos gestores e fiscalizadores. Isso se faz necessário, porque, apesar de ainda poucos, há casos de perda de qualidade ambiental em decorrência das deficiências técnicas e correlatas no gerenciamento desses empreendimentos. Por exemplo, estudo limnológico paralelo na represa de Chavantes, enfocando variáveis físico-químicas e nutrientes, demonstrou que já existem diferenças preocupantes entre o trecho tanque e área referencial. Também, a questão do uso de espécies não-nativas (tilápias e outras) com seus inerentes escapes e estabelecimentos, induzem graves danos à biodiversidade local.

Com base nessa situação pode-se concordar que a complexa atividade exige de seus executores e gestores, dentre outros, aprendizados constantes, assistência técnica especializada e contínua e principalmente suporte científico, conforme defende AGOSTINHO et al. (2007).

Anexos



Figura 01: Conteúdo estomacal de *Pimelodus maculatus* do trecho Tanque.

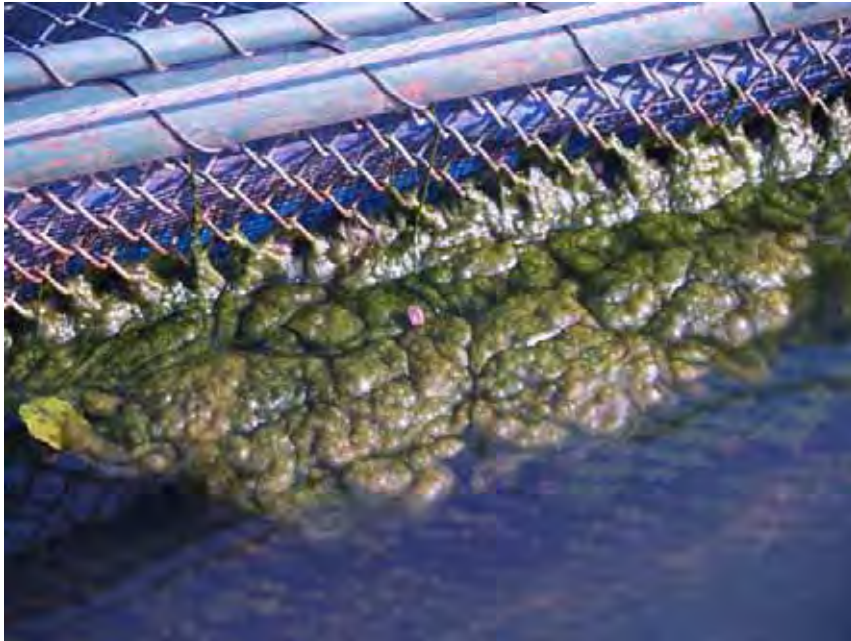


Figura 02: Perifiton em tanque-rede da piscicultura de Chavantes/Timburi.



Figura 03: Aves atraídas pelo sistema de piscicultura em tanques-rede de Chavantes/Timburi.



Figura 04: Pescador artesanal atraído pela abundância de peixes ao redor da piscicultura de Fartura.



Figura 05: Sistema de piscicultura em tanques-rede de Chavantes/Timburi.



Figura 06: Sistema de piscicultura em tanques-rede de Fartura.