

## **A AQÜICULTURA EM GRANDES REPRESAS BRASILEIRAS: INTERFACES AMBIENTAIS, SOCIOECONÔMICAS E SUSTENTABILIDADE**

*Edmir Daniel Carvalho & Igor Paiva Ramos*

Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes – Departamento de Morfologia.  
Universidade Estadual Paulista (UNESP - Botucatu).

*E-mail: carvalho@ibb.unesp.br*

### **Introdução**

Visões filosóficas e antagônicas entre biodiversidade e utilidade da natureza polarizam as pesquisas em aquíicultura continental brasileira, que não pode ser vista dissociada dos recursos pesqueiros. De um lado, a relevância e gravidade dos danos ambientais induzidos por introduções de espécies, eutrofização e dispersão de doenças (Orsi and Agostinho, 1999; Agostinho et al., 2007), que são temas recorrentes e não consensuais no uso de águas públicas em aquíicultura. Sobre a aquíicultura sustentável, a visão realista e para muitos, utópica é conceituada por Valenti (2008) no qual “sustentabilidade seria o gerenciamento dos recursos naturais, financeiros, tecnológicos e institucionais de modo a garantir a contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Assim, visa criar condições para viver com conforto material, em paz com os outros seres e com os recursos disponíveis na natureza, ou a melhoria social contínua, sem crescer além da capacidade de suporte da ecossfera”.

Na outra face desta temática ambiental, as políticas públicas atuais são perpassadas por uma filosofia utilitarista da água e dos peixes como recursos comuns dos cidadãos. Estas dão prioridade às ferramentas do desenvolvimento teoricamente sustentável numa sociedade competitiva e globalizada. Neste sentido muitos incentivos e recursos financeiros têm sido utilizados (Seap, 2008) para que este campo do agro-negócio dê efetivamente um salto quali-quantitativo como é alardeado por técnicos da área, mas tudo indica que ainda vêm evoluindo mais devagar que o esperado.

No contexto da sustentabilidade, o propalado potencial da aquíicultura (Bueno et al., 2008) existe para que a mesma seja impulsionada, contudo, respeitando a tríade equilibrada ou seja as dimensões sociais, econômicas e ecológicas (Assad and Bursztyn, 2000). Estudos e fóruns de discussões, em termos de políticas públicas, para

ordenamento dos múltiplos usos com o intuito de mitigar os conflitos de partilhas desse bem público (água e recursos pesqueiros) encontra-se em pauta (Carvalho et al., 2006). A situação é contraditória visto que o panorama atual indica que as medidas norteadoras e regulatórias ainda continuam indefinidas. Assim, a grande questão é como efetivar a teoria e retórica para ações práticas buscando como meta, o equilíbrio dessas dimensões sociais, econômicas e ecológicas.

Estudos enfocando recursos pesqueiros marinhos e águas interiores mostram que a depleção dos estoques naturais tem induzido uma tendência mundial de substituição da pesca extrativa por atividades de aquicultura (Hsieh et al., 2006; Fao, 2006). O cenário mundial descortina, de um lado, a franca expansão da produção de pescado via aquicultura, integrante da cadeia produtiva do agronegócio (Agostinho et al., 2007), e de outro, a “estabilização” da produtividade dos estoques pesqueiros, porém, seguindo para a sua depleção. Dados da Fao (2006) mostram que a aquicultura é responsável por mais de 50% da produção de alimento mundial, equivalente a 16% de toda proteína consumida pela humanidade. Este fato situa a complexidade desta problemática.

Diversos autores mostram que os estoques de peixes cada vez mais são constituídos por exemplares de pequeno porte (“Fishing down the food web”) devido a fatores principalmente relacionados com a sobre-pesca (histórica, intensa e seletiva), degradação/seleção genética dos maiores espécimes e destruição dos habitats, entre outras causas (Pauly et al., 1998; Pauly & Palomares, 2005).

Em termos macroeconômicos para o Brasil, estatísticas pesqueiras oficiais apontam que a produção brasileira de todas as formas de pescado (peixe, camarão, ostras, entre outros) por pesca extrativista e aquicultura nos últimos anos oscila na casa dos um milhão de toneladas métricas. Esta produção por sua vez, esta sendo basicamente sustentada por peixes não-nativos, como tilápias, carpas, cat-fish, híbridos de espécies de peixes nativas e de crustáceos peneídeos (principalmente camarão-vanamei e camarão da malásia). No outro extremo da produtividade aquícola encontra-se o milenar e populoso país, República Popular da China que tem uma produção 40 vezes maior que a brasileira (Fao, 2006). Metas utópicas se propõem e induzem a comparações e motivações, numa percepção ufanista, com pretexto de que a teórica legislação ambiental seria um dos grandes gargalos para o franco desenvolvimento deste setor produtivo.

Na problemática do uso das águas públicas abertas sob o domínio da União, especialmente as grandes represas, para as atividades de aquicultura descortina-se uma dualidade de objetivos e propósitos (Mendonça and Valencio, 2008). Por um lado, preconiza-se nas atuais políticas públicas como alternativa para reduzir a pressão sobre os estoques naturais (Agostinho et al., 2007), teoricamente resgatando compromissos sociais com a população de baixa renda – o tradicional pescador ribeirinho – “afogado/deslocado” pelo barramento dos grandes rios. Por outro, a prática do mercado apresenta-se, com raras exceções, sua relativa viabilidade na forma empresarial, com a participação de grandes corporações como elo dessa instável cadeia do agronegócio (Carvalho et al., 2008 a e b).

Apesar de todos os esforços alocados, pode-se inferir que as atividades de aquicultura em águas continentais ainda continuam sendo um processo muito desarmônico, rápido e oscilatório. Assim, empresários-aquicultores ficam aos ventos e sabores do mundo globalizado, pensando que a entrada da moeda estrangeira poderia melhorar o seu fluxo de caixa e também, gerar riqueza e empregos (Carvalho, 2009). Esse pensamento induz a percepções equivocadas, imediatistas e irresponsáveis? Com muito realismo, propriedade e inteligente ironia, o artigo “*How to make a small fortune in aquaculture?*” resume esta problemática ([www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/popup.techTalkDetail/ttid/38](http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/popup.techTalkDetail/ttid/38)).

Na dimensão social, a situação torna-se mais complexa, considerando o significativo universo de pescadores artesanais que vivem desta atividade extrativista sustentada pelos escassos recursos pesqueiros naturais, cuja escassez já foi devidamente justificada. De acordo com Costa (2006) estima-se que no Brasil cerca de 800 mil pessoas vivam diretamente da pesca artesanal, chegando a envolver direta e indiretamente cerca de dois milhões de pessoas, com 600 colônias de pescadores registradas no território nacional. Estes cidadãos e outros ribeirinhos vivem toda sorte de pressão social, como construções de grandes usinas hidroelétricas que implica em realocação fundiária, desestruturação social e marginalização (Carvalho, 2009). Nesta complexa questão sócio-fundiária, deve-se lembrar que no período de construção da usina e barragem binacional de Itaipu (rio Paraná) na década de 1970, apenas em território brasileiro, 42 mil moradores foram atingidos e precariamente indenizados, onde, teoricamente, as áreas submersas teriam capacidade de produzir 600 mil toneladas anuais de alimentos (Dean, 2004). Em suma, a mudança contínua e gradativa do

extrativismo pesqueiro para a aquicultura, em suas várias facetas, é uma das grandes tarefas para os gestores das políticas públicas, visto que envolvem todos os segmentos sociais, em destaque a comunidade científica que não pode se eximir de suas responsabilidades, definindo novos rumos à aquicultura.

## **Interferências sobre o Ecossistema**

### **Qualidade da água e eutrofização**

Especialistas no assunto, como Beveridge (2004) e Pillay (2004) comprovam que em sistemas de criação de organismos aquáticos em tanques-rede, até 30% da matéria orgânica (ração) destinada à produção do pescado, não são aproveitados. Assim, grande quantidade de matéria orgânica é disponibilizada no ecossistema aquático na forma da ração e efluentes (Munday et al., 1992; Pillay, 2004). Em grande quantidade, estes efluentes podem gerar danos ao ecossistema aquático local, como o aumento do grau de trofia da água (*sensu* índice de Carlson, in Henry et al., 2006) com reflexos negativos na qualidade das águas. Neste sentido, nutrientes como fósforo e nitrogênio são elementos-chave para indução deste processo (Esteves, 1998; Pillay, 2004). Por exemplo, no caso de rações comerciais brasileiras, o teor de fósforo orgânico varia entre 0,50 a 3% (Carvalho et al., 2008a) e o aporte de quantidades relativamente altas deste nutriente associado à outras formas de nitrogênio no meio aquático podem alavancar a produtividade primária local.

Entretanto, estudos realizados em sistemas de tanques-rede com escala de produção de médio porte e tempo de atividade menor que cinco anos em represas dos rios Tietê e Paranapanema, mostraram situações similares em termos de condições limnológicas. Para a represa eutrófica de Nova Avanhandava (baixo rio Tietê), Carvalho (2006) e Paes (2006) demonstraram que as pisciculturas em tanques-rede ainda não alteraram significativamente algumas das variáveis físico-químicas da água, tais como pH, clorofila a, condutividade iônica, nutrientes totais, dentre outros. Em outros ecossistemas aquáticos, caso das represas de Jurumirim e de Chavantes (rio Paranapanema), porém, com características de oligo para mesotrófico (Henry and Nogueira, 1999; Neves, 2008 respectivamente) resultados similares foram determinados, respectivamente, por Zanatta (2007) em um empreendimento com 80

tanques-rede e por Carvalho et al. (2008b) em empreendimento com mais de 200 tanques-rede.

Assim de maneira geral, ainda não foram registradas diferenças significativas nas condições físico-química da água e nutrientes entre trechos utilizados para pisciculturas em tanques-rede e trechos sem a interferência desta atividade. Contudo, um fato comum em todas as pisciculturas estudadas é a presença de grande quantidade de perífiton junto aos tanques, que demonstra indiretamente o aumento na disponibilidade de matéria/energia em função do manejo das pisciculturas. Assim, há necessidade de trabalhos que abordem a dimensão e a real quantidade de matéria e energia aportada ao ecossistema.

Apesar de ainda não haver relatos de eutrofização em decorrência das pisciculturas em tanques-rede em represas brasileiras, alguns estudos demonstram alterações na comunidade planctônica em função desta atividade. Hermes-Silva et al. (2004) constataram na represa de Machadinho (Rio Uruguai), maior abundância zooplanctônica nas áreas mais próximas aos tanques-rede, como também observado por Dias (2008), para represa de Rosana (Rio Paranapanema). Também, Diaz et al. (2001) relata incremento na biomassa de algas e mudanças na abundância da comunidade fitoplanctônica na área utilizada para piscicultura na represa Alicura (Argentina).

Desta maneira, alterações no ecossistema aquático dependem não só da presença das pisciculturas, em si, mas, estão na dependência de fatores ambientais (clima), limnológicos (estado trófico) hidrológicos (volume e vazão) e escala de produção de pescado. Desta forma, a determinação da capacidade suporte ambiental em aquicultura, isto é, o prognóstico da produção máxima de pescado num ecossistema aquático sem comprometer a qualidade da água para usos múltiplos e manutenção do estado trófico é um dos fatores imprescindíveis para o ordenamento desta atividade.

Neste raciocínio, estudos mais aprofundados que visem o aprimoramento do clássico modelo de Dillon and Rigler (1975) ou aplicação de outros mais elaborados (por exemplo: o Modelo Stella - Angelini and Petrere, 2000) para estimativa da capacidade suporte ambiental devem ser executados. Isso porque os limites quantitativos de tanques-rede em áreas aquícolas são requisitos fundamentais para a eficiência e sustentabilidade desta atividade produtiva (Beveridge, 2004). Essas estimativas vêm sendo executadas, como parte do programa do governo federal para a delimitação de parques e áreas aquícolas em algumas represas artificiais sob o domínio da União

(Carvalho et al., 2006). Em especial destacam-se os estudos referenciais para as represas de Furnas (rio Grande – Pinto-Coelho, 2007); de Ilha Solteira (rio Paraná) e de Chavantes (rio Paranapanema - Carvalho et al., 2006 e 2008; David et al., 2009).

### **O tipo de pescado, não-nativo ou nativo**

Sabemos que a introdução proposital de espécies de plantas e animais é uma das facetas culturais intrínsecas ao homem, de hábito migratório e conquistador (Dean, 2004). Assim, organismos aquáticos, especialmente, os peixes vivendo em ecossistemas aquáticos abertos mostram grande facilidade de dispersão e colonização de novos ambientes. Historicamente, o homem aproveita-se da grande “riqueza” natural de espécies de peixes para a domesticação visando à piscicultura e outros usos (ornamentais, por exemplo). No Brasil, o primeiro registro da utilização de peixes para o cultivo é do final do século XIX e começo do XX com a importação e propagação dos primeiros lotes de carpas (*Cyprinus carpio*) na região sudeste do Brasil (Pezzato and Scorvo-Filho, 2000; Delariva and Agostinho, 1999). Hoje, estimam-se mais de 51 espécies de peixes, independente de sua origem – nativa ou não nativa, servem (ou serviram) como base zootécnica para esse tipo de produção de pescado ou repovoamentos das grandes represa de nosso país (Ostrensky et al., 2000; Queiroz et al., 2005; Carvalho, 2009). Além das carpas (várias espécies), uma das favoritas para a piscicultura em águas continentais (tanques-rede em represas) é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com suas linhagens melhoradas geneticamente. Na vertente zootécnica, são vários os fatores intrínsecos que justificam esse favoritismo (Hayashi et al., 1999, 2002; Boscolo et al., 2004). Enfim, todo pacote tecnológico e elo da cadeia produtiva já estão contemplados para esse peixe originário do continente africano, mas já disperso por todo o planeta, justificando sua preferência. Na faceta eco-ambiental, a problemática dos não-nativos é aguerrida e preocupante, suscitando muitas discussões e embates devido às divergentes opiniões e conflitos entre os piscicultores e poder judiciário e parte da comunidade científica (Carvalho, 2009). Considerando sua emblemática polaridade, deve-se concluir que este tema é para um artigo específico, pois, num pólo estabelecem as vantagens zootécnicas do uso de espécies não nativas para o cultivo e do outro, o alto custo e risco eco-ambiental deste modelo conforme já foi comentado (Orsi and Agostinho, 1999; Agostinho et al., 2007).

A mitigação desse impasse seria produzir um pacote tecnológico para as espécies nativas usadas em piscicultura de águas continentais, cujo processo de pesquisa estende-se por, pelo menos, mais duas décadas com resultados efetivos ainda tímidos. Destacam-se os nativos como pacus (*Piaractus mesopotamiscus*), tambaquis (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos, os peixes de couro da família Pimelodidae (pintados, cacharás e seus híbridos, do gênero *Pseudoplatystoma*) e os bagres (do gênero *Rhamdia*) que mais recentemente tem sido alvo de discussões em eventos científicos nacionais procurando meios de viabilizá-los como base de aqüicultura sustentável (Zaniboni-Filho et al., 2009).

### **Ictiofauna**

A atividade de piscicultura em tanques-rede encontra-se em expansão nas represas brasileiras, sendo seus impactos sobre a ictiofauna pouco conhecidos. Assim, devido a alterações ambientais como, mudança na comunidade planctônica e bentônica, causadas por esta atividade, infere-se que também haja impactos quali-quantitativos sobre a ictiofauna.

Estudos recentes nas bacias do médio Tietê e no Alto Paranapanema (Carvalho et al., 2006 e 2008a e b) demonstram que as pisciculturas em tanques-rede afetam de diferentes formas a ictiofauna residente. Em relação à diversidade ictiofaunística, Paes (2006) e Zanatta (2007) relatam para as represas de Nova Avanhandava e Jurumirim respectivamente, maior diversidade no entorno das pisciculturas. Entretanto, também observaram dominância numérica de poucas espécies, demonstrando desequilíbrio em relação aos trechos sem pisciculturas. De maneira geral, este tipo de influência é semelhante aos registrados para aqüicultura em ecossistemas costeiros, onde também é constatado grande número de animais e dominância por poucas espécies no entorno do sistema das pisciculturas (Boyra et al., 2004; Dempster et al., 2003; Håkanson, 2005).

Outra interferência induzida por essa atividade em relação à ictiofauna são mudanças na cadeia alimentar. Ramos et al. (2008) e Ramos (2009), relatam que as espécies mais abundantes ao redor das pisciculturas (represa de Nova Avanhandava e Chavantes respectivamente), apresentaram mudanças na dieta em relação a exemplares capturados em trechos livres desta influência. Neste sentido, registram que *Metynnix maculatus* (pacu-prata) e *Pimelodus maculatus* (mandi-guaçu), alimentaram-se quase

que exclusivamente de restos de ração em áreas próximas aos tanques-rede. Ainda para as espécies estudadas, o comprimento padrão e peso total foram significativamente maiores nos exemplares capturados próximos aos tanques de cultivo, como também observado por Eche (2008) para *Auchenipterus osteomystax* na represa de Rosana. Conclui que as pisciculturas em tanques-rede podem levar a mudanças na dieta de algumas espécies, com conseqüentemente alterações na estrutura populacional das mesmas. Assim, em áreas próximas as pisciculturas há alterações na estrutura e dieta da assembléia de peixes, que possivelmente interferem na dinâmica ecológica local, em especial na teia alimentar.

### **Sedimento e comunidade bentônica**

Áreas próximas aos sistemas de pisciculturas em tanques-rede recebem grande parte dos efluentes gerados por esta atividade (Beveridge, 2004). Particularmente, o sedimento destas áreas pode receber até 66% do fósforo destes efluentes (Alves et al., 2004), além de grande quantidade de matéria orgânica (Carvalho et al., 2009). Estes por sua vez, podem causar mudanças físico-químicas no sedimento e conseqüentemente mudanças na comunidade bentônica.

Neste sentido, Alves et al. (2004) observaram no Córrego do Arribada (baixo rio Tietê, SP) após curto período da implementação de pisciculturas em tanques-rede, aumento nos processos de sedimentação e na concentração de nutrientes no sedimento próximo aos tanques de cultivo. Também, em estudo na represa de Machadinho (Rio Uruguai) a maior abundância de macroinvertebrados bentônicos em área próxima aos tanques-rede foi diagnosticada visto que houve acúmulo significativo de matéria orgânica (Hermes-Silva et al., 2004). Este fato também foi observado por Menezes and Beiruth (2003) para represa de Guarapiranga (São Paulo), no entanto os autores ainda relatam menor diversidade de espécies próxima aos tanques. Ressalta-se que situações similares foram observadas por Kelly (1993) em lagos da Escócia e por Kutti (2008) em um fiorde Norueguês.

Reforçando essa problemática ambiental, pode-se fundamentar na aquicultura marinha no qual as mudanças na qualidade do sedimento há muito tempo são objetos de preocupação da comunidade científica. Segundo Wu (1995) os maiores impactos dessa atividade em regiões costeiras sobre o sedimento são a alta demanda de oxigênio,

sedimento anóxico, produção de gases tóxicos e o decréscimo da diversidade bentônica. Ainda, Carrol et al. (2003), registraram que aproximadamente 32% das pisciculturas estudadas na Noruega, apresentaram qualidade de sedimento de ruim para péssimo no entorno dos tanques, e 10% apresentaram condições equivalentes em distâncias intermediárias. Desta maneira, caso não haja o efetivo ordenamento da atividade, pode-se com segurança fazer prognósticos de que impactos semelhantes são esperados neste processo crescente de atividades de piscicultura em tanques-redes em águas públicas abertas.

### **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, na história desta atividade em represas brasileiras, há poucas evidências da perda da qualidade da água em decorrência destes empreendimentos. Neste sentido, com base nas informações apresentadas, pode-se inferir que os efluentes emitidos por essa atividade, certamente estão sendo aproveitados pela biota residente em áreas próximas as pisciculturas. Assim, a biota destes ecossistemas pode ainda estar prestando um importante serviço ambiental, uma vez que consumindo estes efluentes diminui os efeitos da eutrofização artificial. No entanto, ressalta-se que o *input* de energia na forma de restos de ração e efluentes, mesmo que reciclados pela biota, já alteraram os níveis normais do ecossistema. Assim, há necessidade de manejo destas áreas visando à retirada desta fonte de matéria e energia, sendo uma das possibilidades a pesca artesanal ou esportiva ao redor destes empreendimentos.

Também, esta ação zootécnica com pisciculturas em tanques-rede remete-nos a outras facetas eco-ambientais que merecem aprofundamentos e discussões. Entre elas a utilização de espécies não-nativas e seus inerentes escapes, uso de antibióticos e produtos para assepsias de instrumentos de manejo, tratamentos *in locu* de doenças e parasitas. Desta forma, estudos transdisciplinares que envolvam interfaces da limnologia, ictiologia, sócio-economia e direito ambiental são ferramentas bastante pertinentes, considerando que podem indicar diretrizes aos órgãos de gestão ambiental.

## Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. & PELICICE, FM. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 500 p.
- ALVES, RCP., BACCARIN, AE. & LEONARDO, AFG. 2004. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre a sedimentação no Córrego do Arribada (baixo Tietê - SP). In: Anais do Simpósio: Ecologia de Reservatórios - Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. Avaré, 71 p.
- ANGELINI, R. & PETRERE JR, M. 2000. A model for the plankton system of the Broa reservoir, São Carlos, Brazil. Ecol. Model. 126, 131–137.
- ASSAD, LT. & BURSZTYN, M. 2000. Aquicultura Sustentável. In: VALENTI, WC., POLI, CR., PEREIRA, JA. & BORGHETTI, JR. (eds.). Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq/MCT, p. 33-72.
- BEVERIDGE, MCM. 2004. Cage aquaculture. 3<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing, 368 p.
- BOSCOLO, WR., HAYASHI, C., MEURER, F., FEIDEN, A. & BOMBARDELLI, RA. 2004. 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. Zootecn., v. 33, no. 1, p. 8-13.
- BOYRA, A., SANCHEZ-JEREZ, P., TUYA, F., ESPINO, F. & HAROUN, R. 2004. Attraction of wild coastal fishes to an Atlantic subtropical cage fish farms, Gran Canária, Canary Islands. Environ. Biol. Fish., v. 70, p. 393-401.
- BUENO, GW., MARENGONI, NG., GONÇALVES-JÚNIOR, AC., BOSCOLO, W.R. & TEIXEIRA, RA. 2008. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu. Acta Sci. Biol. Sci., v. 30, no. 3, p. 237-243.
- CARROL, ML., COCHRANE, S., FIELER, R., VELVIN, R. & WHITE, P. 2003. Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. Aquaculture, v. 226, p. 165-180.
- CARVALHO, ED. 2006. 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. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Relatório Científico.
- CARVALHO, ED. & DAVID, GM. 2008a. 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. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Relatório Científico.
- CARVALHO, ED., SILVA, RJ., RAMOS, IP., REZENDE-AYROZA, DMM. & AYROZA, LM. 2008b. Caracterização das condições limnológicas junto aos sistemas de tilapicultura em tanques-rede no reservatório da U.H.E. de Chavantes, médio rio Paranapanema. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Relatório Científico.
- CARVALHO, ED. 2009. Ações antrópicas e a biodiversidade de peixes: status da represa de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema). Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Tese de Livre Docência em Zoologia.
- COSTA, AL. Alguns aspectos sobre a pesca artesanal no Brasil. Disponível em: <[www.icsf.net/cedepesca/presentaciones/lobocostas/lobocosta.doc](http://www.icsf.net/cedepesca/presentaciones/lobocostas/lobocosta.doc)>. Acesso em: out/06.
- DAVID, GS., CARVALHO, ED., LEMOS, D., DALLAGLIO-SOBRINHO, M. & SILVEIRA, AN. 2009. Carrying capacity of tropical reservoirs for tilapia cage culture: case studies at upper Paraná River basin, Southeastern Brazil. Vera Cruz - Mexico: World Aquaculture.
- DEAN, W. 2004. A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. 5ª reimpressão. São Paulo: Companhia da Letras, 484 p.
- DELARIVA, RL. & AGOSTINHO, AA. 1999. Introdução de espécies: uma síntese. *Acta Sci.*, v. 21, no. 2, p. 255-262.
- DEMPSTER, T., SANCHEZ-JEREZ, P., BAYLE-SEMPERE, JT., GIMÉNEZ-CASALDUERO, F & VALLE, C. 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Mar. Ecol-Prog. Ser.*, v. 242, p. 237-252.
- DIAS, JD. 2008. Impacto da piscicultura em tanques-rede sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em um reservatório subtropical, Brasil. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá. Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais.

- DIAZ, MM., TEMPORETTI, PF. & PEDROZO, FL. 2001. Response of phytoplankton to enrichment from cage fish farm waste in Alicura reservoir (Patagonia, Argentina). *Lake. Reserv. Res. Manage.*, v. 6, p. 151-158.
- DILLON, PJ. & RIGLER, FH. 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic state. *J. Fish. Res. Board Can.*, v. 31, p. 1518-1531.
- ECHE, LMF. 2008. Cultivo de peixes em tanques-rede: efeito sobre a energia e a estrutura trófica em ambientes aquáticos. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá. 2008. Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais.
- ESTEVES, FA. 1998 *Fundamentos de Limnologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência – FINEP, 602 p.
- FAO. 2006. *State of World Aquaculture: 2006*. Rome: Fisheries Technical Paper 500. 145 p.
- HÅKANSON, L. 2005. Changes to lake ecosystem structure resulting from fish cage farm emissions. *Lake. Reserv. Res. Manage.*, v. 10, p. 71-80.
- HAYASHI, C., BOSCOLO, WR., SOARES, CM., BOSCOLO, VR. & GALDIOLI, EM. 1999. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Sci.*, v. 21, no. 3, p. 733-737.
- HAYASHI, C., BOSCOLO, WR., SOARES, C.M. & MEURER, F. 2002. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. *Rev. Bras. Zootecn.*, 2002, v. 31, no. 2, p. 823-829.
- HENRY, R. & NOGUEIRA, MN. 1999. A Represa de Jurumirim (São Paulo): primeira síntese sobre o conhecimento limnológico. In: HENRY, R. (ed.). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 651-686.
- HENRY, R., PANARELLI, EA., CASANOVA, SMC., SIUBERTO, MR. & AFONSO, AAO. 2006. Interações hidrológicas entre lagoas marginais e o rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. In: NOGUEIRA, MG., HENRY, R. and JORCIN, A. (eds.) *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata*. 2ª edição – São Carlos: Editora RiMA, p. 57-82.

- HERMES-SILVA, S., SARDÃO, BTN., SANTAMARIA, F., NUÑER, APO. & ZANIBONI-FILHO, E. 2004. Dinâmica do zooplâncton em uma área do Reservatório de Machadinho sob influência de cultivo em tanques-rede, rio Uruguai, Brasil. In: Anais do Simpósio: Ecologia de Reservatórios - Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. Avaré, 71 p.
- HSIEH, CH., REISS, CS., HUNTER JR., BEDDINGTON. JR., MAY, RM. & SUGIHARA G. 2006. Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature*, v. 443, p. 859–862.
- KELLY, LA. 1993. Release rates and biological availability of phosphorus released from sediments receiving aquaculture wastes. *Hydrobiologia*, v. 253, p. 367-372.
- KUTTI, T. 2008. A aquicultura estimulando a vida animal. *Pan. Aquicult.*, v. 18, p. 18-19.
- MENDONÇA, SAT. & VALENCIO, NFLS. 2008. O papel da modernidade no rompimento da tradição: as políticas da SEAP como dissolução do modo de vida da pesca artesanal. *B. Inst. Pesca*, v. 34, no. 1, p. 107 – 116.
- MENEZES, LCB. & BEYRUTH, Z. 2003. Impactos da aquicultura em tanques-rede sobre a comunidade bentônica de Guarapiranga - São Paulo - SP. *Bol. Inst. Pesca*, v. 29, no. 1, p. 77-86.
- MUNDAY, BW., ELEFThERIOU, A., KENTOURI, M. & DIVANACH, P. 1992. The interactions of aquaculture and the environment: a bibliographical review. Bruselas: Commission of the European Communities, Directorate General for Fisheries, 325 p.
- NEVES, GP. 2008. 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). Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Mestrado em Zoologia.
- ORSI, ML & AGOSTINHO, AA. 1999. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da bacia do Rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 16, no. 2, p. 557-560.
- OSTRENSKY, A., BORGUETTI, JR. & PEDINI, M. 2000. Situação atual da aquicultura brasileira e mundial In: VALENTI, WC. (ed). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília:CNPQ/MCT, p. 353-382.

- PAES, JVK. 2006. A ictiofauna associada e as condições limnológicas numa área de influência da criação de tilápias em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Mestrado em Zoologia.
- PAULY, D., CHRISTENSEN, V., DALSGAARD, J., FROESE, R. & TORRES JR, F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, v. 279, p. 860–863.
- PAULY, D. & PALOMARES, ML. 2005. Fishing down marine food webs: it is far more pervasive than we thought. *B. Mar. Sci.*, v. 76, p. 197–211.
- PEZZATO, LE. & SCORVO-FILHO, JD. 2000. Situação atual da piscicultura na região sudeste. In: VALENTI, WC. (ed). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPQ/MCT, p. 307-322.
- PILLAY, TVR. 2004. *Aquaculture and the environment*. 2ª ed. Oxford: Blackwell Publishing, 94 p.
- PINTO-COELHO, RM. 2007. Relatório de identificação de áreas tecnicamente adequadas para à instalação de parques aquícolas - Reservatório de Furnas. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2007. [Relatório Científico.]
- QUEIROZ, JF., LOURENÇO, JNP., KITAMURA, PC., SCORVO-FILHO, J., CYRINO, JEP., CASTAGNOLLI, N., VALENTI, WC. & BERNARDINO, G. 2005. Aquaculture in Brazil: Research priorities and potential for further international collaboration. *World Aquac. Magaz.*, v. 36, p. 45- 50.
- RAMOS, IP., VIDOTTO-MAGNONI, AP. & CARVALHO, ED. 2008. 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.
- RAMOS, IP. 2009. Aspectos da biologia populacional de *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes), sob influência de sistemas de pisciculturas em tanques-rede. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Mestrado em Zoologia.
- SECRETARIA ESPECIAL AQUICULTURA E PESCA - SEAP. 2008. *Aquicultura no Brasil*. Brasília: 2008. Disponível em <<http://www.presidencia.gov.br/seap>> Acesso em: 25 set.
- VALENTI, WC. 2008. A aquíicultura Brasileira é sustentável? In: IV Seminário Internacional de Aquíicultura, Maricultura e Pesca. Florianópolis: AQUAFAIR, p.1-11. Disponível em: <[www.avesui.com/anais](http://www.avesui.com/anais)>

- ZANATTA, AS. 2007. Tilapicultura em ecossistemas aquáticos: Desenvolvimento sustentável ou degradação ambiental? Estudo de caso em represa oligotrófica. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Mestrado em Zoologia.
- ZANIBONI-FILHO, E., WEINGARTNER, M., BEUX, LF. & NUÑER, APO. 2009. Espécies nativas com potencial para regiões de clima frio. Pan. Aquicult., v. 19, no. 114, p. 24-29.
- WU, RSS. 1995. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. Mar. Pollut. Bull., v. 31, no. 4-12, p. 159-166.

Anexos



Figura 01: Acúmulo de perifíton em tanques-rede na represa de Chavantes (médio rio Paranapanema).



Figura 02: Conteúdo estomacal da mandiúva (*Pimelodus maculatus*) capturado próximo aos tanques-rede na represa de Chavantes (médio rio Paranapanema).

Artigo com base em Tese de Livre-docência (1º. Autor) e Capítulo de Livro – in 16  
prep. (2º. Autor) – vide referências.



Figura 03: Arraçoamento dos peixes em cultivo na represa de Nova Avanhandava (baixo Tietê).



Figura 04: Processo de classificação por tamanho dos peixes (uma forma de escape).