

# RESERVATÓRIO DE PEIXE ANGICAL

BASES ECOLÓGICAS PARA O MANEJO DA ICTIOFAUNA



**Carlos Sérgio Agostinho**  
**Fernando Mayer Pelicice**  
**Elineide Eugênio Marques**  
Organizadores

*RiMa*

# **RESERVATÓRIO DE PEIXE ANGICAL**

**BASES ECOLÓGICAS PARA O MANEJO DA ICTIOFAUNA**

**Carlos Sérgio Agostinho  
Fernando Mayer Pelicice  
Elineide Eugênio Marques  
(organizadores)**

São Carlos  
2009

## Capítulo 18

# Conservação da ictiofauna na área de influência de Peixe Angical e recomendações ao manejo

PELICICE, Fernando Mayer  
AGOSTINHO, Angelo Antonio  
AGOSTINHO, Carlos Sérgio

### *Introdução*

A manutenção da diversidade de peixes em áreas afetadas por grandes barragens representa um desafio enorme aos cientistas, empreendedores e órgãos ambientais, não havendo solução técnica simples para o problema. O declínio de populações reofílicas e migradoras é o aspecto mais preocupante, pois envolve empobrecimento ou perda permanente de biodiversidade, tem consequências negativas para o funcionamento do ecossistema (Freeman *et al.*, 2003) e conturba as relações socioculturais e econômicas das pessoas que dependem do recurso pesqueiro (Petrere Jr., 1996; Godinho & Godinho, 2003; Agostinho *et al.*, 2007a).

Desde a construção das primeiras grandes barragens no país, elevado esforço tem sido empregado na tentativa de mitigar os impactos e manejar a ictiofauna, com destaque à construção de mecanismos de transposição, estocagem e instalação de pisciculturas. O emprego dessas ações, apesar do grande investimento e duração dos programas de manejo, mostrou-se um grande equívoco (Agostinho *et al.*, 2004). A negligência com aspectos básicos do manejo, como a falta de embasamento científico e o desconhecimento da efetividade potencial das ações, determinou seu completo fracasso (Agostinho *et al.*, 2007a) ou mesmo agravou a conservação dos recursos e biodiversidade (Pelicice & Agostinho, 2008).

Ações de manejo em reservatórios brasileiros ainda são caracterizadas por inúmeras incorreções e equívocos (Agostinho *et al.*, 2004), porém, iniciativas recentes vêm tentando melhorar essa postura. No caso, a ictiofauna na área

afetada tem sido alvo de estudos e monitoramentos, conduzidos antes e após a construção da barragem. O conhecimento adquirido tem, em princípio, orientado os órgãos competentes em direção à tomada de medidas mais oportunas, com maior potencial de sucesso na conservação das populações.

Com isso, fica claro que o embasamento científico sobre a ictiofauna e o contexto deve simbolizar o ponto de partida para ações bem-sucedidas (Krueger & Decker, 1999). Seguindo essa perspectiva, o monitoramento realizado na área de influência da barragem de Peixe Angical, rio Tocantins, procurou gerar informações técnicas sobre a biologia e ecologia da ictiofauna da região. O presente capítulo sintetiza o conhecimento produzido e apresenta, à luz dessas informações, recomendações de conservação e manejo voltadas à manutenção da diversidade de peixes no represamento e suas imediações.

### *Conhecimento produzido*

O monitoramento realizado na área de influência da barragem de Peixe Angical possibilitou a compreensão de padrões espaço-temporais de distribuição, além de diversos aspectos biológicos da ictiofauna. O conhecimento produzido, detalhado nos 17 capítulos precedentes, permite construir um quadro preliminar sobre a dinâmica da ictiofauna antes e após a construção da barragem, além de avaliar a medida de manejo em curso (*i.e.* escada para peixes).

Em resumo, a ictiofauna na região mostrou-se muito rica, com o registro de 288 espécies num trecho de aproximadamente 120 km (Capítulo 2). Antes do represamento, a ictiofauna se distribuía de maneira homogênea ao longo do gradiente longitudinal do rio, em termos de abundância, riqueza e composição (Capítulo 3). Os principais recursos consumidos eram peixes, insetos e vegetais, sendo que as guildas detritívora, onívora e piscívora somavam grande parte da abundância (Capítulos 8 e 9). O período reprodutivo da maior parte das espécies ocorria durante meses chuvosos (Capítulo 6), com elevada intensidade de desova nos grandes tributários dos segmentos superiores, como o rio Paranã (Capítulos 12 e 13). Os habitats de crescimento e a dinâmica do recrutamento são aspectos ainda pouco conhecidos na região, mas a elevada captura de larvas nos tributários e canal principal (Capítulo 12) sugere que esses ambientes desempenham algum papel no crescimento inicial dos peixes.

No período após o represamento, que englobou de 6 a 18 meses após o enchimento, a estrutura da ictiofauna havia passado por importantes transformações. A homogeneidade na distribuição espacial das assembleias havia diminuído, com destaque à intensificação de processos de zonação biótica. No caso, modificações na abundância, riqueza e composição das assembleias foram mais intensas nos trechos próximos à barragem (Capítulos 2, 3, 4 e 5), com notável aumento nas capturas. Além disso, a ictiofauna passou a se concentrar predominantemente na região litorânea do reservatório (Capítulo 4), a despeito dos extensos ambientes criados com o represamento (epi e batipelágico). Os recursos que sustentam a ictiofauna também foram alterados, algumas espécies mudaram seu hábito alimentar e certas guildas experimentaram elevada explosão demográfica, como a piscívora, onívora e, principalmente, insetívora aquática (Capítulos 8 e 9). A reprodução continuou se concentrando nos meses chuvosos, mas reduziu-se a atividade reprodutiva das espécies, em particular das migradoras de longa distância (Capítulos 6 e 7). O rio Paranã, o maior tributário do trecho, ainda preserva sua importância como sítio de reprodução, porém, a ocorrência de ovos e larvas na calha dos grandes cursos (*e.g.* rio Maranhão) diminuiu consideravelmente, ao passo que tributários menores ganharam importância (Capítulos 12 e 13). No geral, os dados sugerem que a magnitude do recrutamento será menor.

Foi possível também compreender aspectos do funcionamento da escada, um dispositivo projetado para permitir a passagem de peixes em reprodução rumo aos sítios de desova a montante. Por exemplo, registrou-se que a vazão tem efeito distinto sobre peixes de couro e escama e que vazões intermediárias tendem a maximizar a passagem (Capítulo 14). No entanto, a escada mostrou-se muito seletiva quando comparada às escadas instaladas em outras barragens, em termos de atração e ascensão (Capítulo 15); no caso, os principais usuários do mecanismo são algumas poucas espécies migradoras, sendo que a motivação à ascensão parece não ser reprodutiva (Capítulo 16). Um dos resultados mais importantes do monitoramento refere-se à constatação de que ovos e larvas oriundos de trechos a montante têm dificuldade em atravessar o reservatório e, por isso, não alcançam as proximidades da escada, onde poderia ocorrer migração descendente (Capítulo 17). Isso indica que, mesmo com a presença do mecanismo de transposição, o recrutamento de montante não deve contribuir na recomposição dos estoques de jusante.

É notório que todo esse conhecimento provém de um estágio ainda precoce do represamento, e é certo que ajustes nas condições ambientais e bióticas ainda ocorrerão. Mesmo que o ecossistema siga em evolução, os padrões constatados no momento corroboram com tendências observadas em outros barramentos do continente (Agostinho *et al.*, 2007a). Por isso, o conhecimento gerado tem grande significado para a sustentabilidade das populações de peixes na região impactada pela barragem. As informações disponíveis devem, obrigatoriamente, orientar medidas de conservação da biodiversidade, ações de mitigação de impactos e o manejo dos recursos na área de influência do represamento.

### *Conservação e manejo: recomendações*

A modificação e perda da diversidade de peixes em rios com grandes barragens são fenômenos inevitáveis, observados em todos os empreendimentos estudados ou monitorados (Agostinho *et al.*, 2007a). A recorrência desse fenômeno indica que a conservação da ictiofauna é ainda um desafio para cientistas, empreendedores e órgãos ambientais. Na verdade, não há solução tecnocientífica capaz de reverter a perda de diversidade e dos recursos naturais que seguem à enorme mudança imposta aos habitats fluviais.

A elaboração e execução de ações ambientais podem, entretanto, ter papel positivo na atenuação dos impactos em áreas perturbadas, desde que conduzidas de maneira apropriada. Na verdade, a manutenção da diversidade de peixes no contexto das barragens demanda elevado e constante esforço de pesquisa, conservação e manejo, já que o ecossistema e a biota passam por alterações de grande monta. O sucesso dessas medidas depende do embasamento científico utilizado na proposição dos objetivos, metas e metodologias de ação. Além disso, o prosseguimento do monitoramento e demais estudos em momentos posteriores é primordial para que os planos de ação sejam rotineiramente avaliados. Deve-se evitar a postura usualmente adotada na história do manejo brasileiro (Agostinho *et al.*, 2004), caracterizada pela negligência das informações existentes, indefinição do problema em questão, falta de clareza nos objetivos, metodologia amparada na técnica de tentativa e erro, grande influência de interesses alheios à manutenção dos recursos e ausência de monitoramento.

O atual estado de conhecimento da ictiofauna em Peixe Angical, apesar de incompleto, permite elaborar recomendações voltadas à manutenção das populações de peixes no trecho. Da mesma forma, é possível identificar as deficiências e limitações na compreensão desse contexto e propor orientações para futuros estudos. A seguir são detalhadas as recomendações para conservação da ictiofauna, incluindo oportunidades de manejo e estudos na área do represamento.

**1. Perda de diversidade:** A perda de diversidade nos trechos internos do reservatório é um fenômeno recorrente em grandes represamentos, principalmente pelo declínio de espécies reofilicas e migradoras. Não há solução técnica capaz de impedir a zonação espacial das espécies ao longo do eixo longitudinal, já que o fenômeno envolve aspectos comportamentais dos peixes (Gomes & Miranda, 2001). Nesse caso, recomenda-se a conservação de trechos lóticos a montante do reservatório e em seus tributários laterais, que preservem suas características fluviais e mantenham a estrutura/condição necessária à residência e recrutamento da fauna original, principalmente espécies reofilicas e migradoras. Reservatórios dispostos em série, onde trechos com características fluviais estão ausentes, fazem da perda de diversidade um evento permanente e inevitável. Esse cuidado deve ser exacerbado na bacia do rio Tocantins, onde os trechos lóticos estão sendo gradativamente eliminados, ao menos na calha principal.

Atenção especial deve ser destinada à conservação de espécies vulneráveis. No contexto dos represamentos, essas espécies incluem aquelas de comportamento reofilico, migradoras de longa distância, que apresentem populações naturalmente pequenas, com distribuição espacialmente restrita, endêmicas, ou aquelas muito exploradas pela pesca (Agostinho & Gomes, 1997). No caso de Peixe Angical, espécies reofilicas e migradoras devem se destacar como alvo principal das medidas de conservação, pois requerem ambientes fluviais para o cumprimento de diferentes etapas do ciclo de vida. Vale alertar que a construção da UHE São Salvador encurtará o trecho lótico livre a montante do reservatório de Peixe Angical, sendo provável que as populações fiquem confinadas a um curto trecho de rio e no trecho ainda livre do rio Paranã. Fica claro, portanto, que a manutenção desses peixes na área do represamento dependerá da manutenção das condições lóticas dos trechos superiores, assim como dos ambientes críticos ao recrutamento (*e.g.* tributários, remansos, ambientes marginais).

Em todo caso, a possibilidade de desaparecimento de espécies reofilicas nos trechos próximos à barragem, e por vezes em toda a região, é um custo ambiental a ser analisado ainda nas fases de inventário e viabilidade das usinas. Medidas comumente adotadas para resolver esse problema, como a estocagem, devem ser evitadas até que estudos específicos demonstrem sua real necessidade e oportunidade (*e.g.* aumento da capacidade suporte, vazio demográfico em ambientes saudáveis, sobrepesca, afogamento de habitats críticos) e dimensionem suas consequências sobre as populações e o ecossistema.

**2. Proteção dos habitats litorâneos:** A região litorânea se apresenta como principal ambiente no represamento de Peixe Angical, por agregar a maior diversidade de peixes. Em consequência, a manutenção de populações, principalmente nas zonas mais internas do represamento, dependerá da integridade ambiental da faixa litorânea, caracterizada pela menor profundidade, maior riqueza de habitats e contato direto com o ecótono terra/água (Smith *et al.*, 2003). Assim, atenção especial deve ser dada a essa região do reservatório, recomendando-se uma operação da barragem que evite mudanças abruptas no nível e o consequente dessecação, especialmente no período de reprodução das espécies que se utilizam dessas áreas para posturas, cuidado com a prole ou como abrigo de suas formas jovens. Eventuais variações de nível devem ser realizadas a intervalos prolongados, de maneira a permitir que áreas vegetadas sejam alagadas em períodos de reprodução, assegurando maior sobrevivência de jovens e o aumento da capacidade biogênica do sistema. Adicionalmente, recomenda-se a proteção e/ou recuperação da vegetação ripária, disciplina na ocupação e usos das encostas, restrições às atividades de cultivo nas áreas marginais (piscicultura, suinocultura) e no próprio reservatório (tanques-rede), controle no crescimento excessivo de macrófitas aquáticas e na retirada de madeira dos paliteiros (vegetação arbórea inundada).

**3. Sítios de desova e crescimento:** A importância do rio Paranã como sítio de desova e crescimento deve motivar sua conservação. Além disso, a construção da barragem da UHE São Salvador no rio Tocantins (Maranhão), a montante da área de influência de Peixe Angical, fará do rio Paranã o único grande tributário não-barrado na região; uma situação que tende a aumentar sua importância na conservação de várias espécies migradoras. Da mesma forma, o aumento na relevância de tributários menores (*e.g.* rios Palmas, Lajes e São Miguel) como sítio de desova e crescimento sugere que a



integridade desses locais também deve ser preservada. No momento, maior esforço de conservação deve se destinar à manutenção das condições hidrológicas originais e da estrutura do ecótono (vegetação ripária) nesses locais.

Os esforços em futuros estudos devem focar a identificação dos locais de crescimento inicial, ainda pouco conhecidos na região. Face ao fato de que a ictiofauna ainda se encontra em processo de ajuste, é igualmente importante que se monitorem os locais de desova e a magnitude do recrutamento na região nos próximos anos.

Para a identificação das áreas propícias ao desenvolvimento inicial das espécies migradoras recomenda-se, como atividade prévia, amplo inventário dessas áreas em imagens de satélites e posterior gabaritação das informações em campo. A combinação dessas informações poderia fornecer indicações seguras de que o trecho a montante da barragem pode comportar populações autossustentáveis dessas espécies e subsidiar as demais decisões de manejo.

**4. Primeira fase do monitoramento:** A influência dos procedimentos de construção da barragem, ainda na fase Rio, alerta para a necessidade de que, em futuros empreendimentos, os levantamentos iniciais e a primeira fase do monitoramento tenham seu início antecipado. A perda dessa referência em decorrência de intervenções durante a construção da barragem e preparação da área a ser alagada dificulta o dimensionamento real das mudanças impostas pelo represamento. Em Peixe Angical, isso ocorreu principalmente a jusante do eixo da barragem, um dos trechos mais impactados e, em geral, negligenciados nas avaliações ambientais. Por segurança, portanto, recomenda-se que os primeiros estudos e monitoramentos em segmentos a serem barrados se iniciem de um a dois anos antes do início das obras da barragem. Seria desejável que esse procedimento ocorresse em concomitância ao inventário do potencial hidrelétrico da bacia.

**5. Regime hidrológico:** A regulação do regime hidrológico representa a maior modificação advinda com as barragens, já que a estabilização do nível hidrométrico é o ponto de partida para uma série de perturbações ambientais (Ward & Stanford, 1995). Vale destacar que o regime hidrológico natural, mesmo na ausência de extensas várzeas e planícies de inundação, determina diversos aspectos da dinâmica, funcionamento e estrutura do ecossistema

integridade desses locais também deve ser preservada. No momento, maior esforço de conservação deve se destinar à manutenção das condições hidrológicas originais e da estrutura do ecótono (vegetação ripária) nesses locais.

Os esforços em futuros estudos devem focar a identificação dos locais de crescimento inicial, ainda pouco conhecidos na região. Face ao fato de que a ictiofauna ainda se encontra em processo de ajuste, é igualmente importante que se monitorem os locais de desova e a magnitude do recrutamento na região nos próximos anos.

Para a identificação das áreas propícias ao desenvolvimento inicial das espécies migradoras recomenda-se, como atividade prévia, amplo inventário dessas áreas em imagens de satélites e posterior gabaritação das informações em campo. A combinação dessas informações poderia fornecer indicações seguras de que o trecho a montante da barragem pode comportar populações autossustentáveis dessas espécies e subsidiar as demais decisões de manejo.

**4. Primeira fase do monitoramento:** A influência dos procedimentos de construção da barragem, ainda na fase Rio, alerta para a necessidade de que, em futuros empreendimentos, os levantamentos iniciais e a primeira fase do monitoramento tenham seu início antecipado. A perda dessa referência em decorrência de intervenções durante a construção da barragem e preparação da área a ser alagada dificulta o dimensionamento real das mudanças impostas pelo represamento. Em Peixe Angical, isso ocorreu principalmente a jusante do eixo da barragem, um dos trechos mais impactados e, em geral, negligenciados nas avaliações ambientais. Por segurança, portanto, recomenda-se que os primeiros estudos e monitoramentos em segmentos a serem barrados se iniciem de um a dois anos antes do início das obras da barragem. Seria desejável que esse procedimento ocorresse em concomitância ao inventário do potencial hidrelétrico da bacia.

**5. Regime hidrológico:** A regulação do regime hidrológico representa a maior modificação advinda com as barragens, já que a estabilização do nível hidrométrico é o ponto de partida para uma série de perturbações ambientais (Ward & Stanford, 1995). Vale destacar que o regime hidrológico natural, mesmo na ausência de extensas várzeas e planícies de inundação, determina diversos aspectos da dinâmica, funcionamento e estrutura do ecossistema

(Poff *et al.*, 1997), como a distribuição dos ambientes na paisagem, a conectividade entre eles, produção primária, ciclagem de nutrientes, transparência e qualidade da água, manutenção da vegetação ripária, colonização de plantas aquáticas, dentre outros.

Como consequência, a modificação do regime tende a afetar negativamente as populações de peixes (Agostinho *et al.*, no prelo). No caso de Peixe Angical, a dinâmica reprodutiva da maioria das espécies apresentou estreita sincronia com a estação de elevada precipitação e elevado nível do rio. Seria importante investigar os mecanismos pelos quais o regime hidrológico favorece a dinâmica reprodutiva, como a diminuição na mortalidade de ovos e larvas ou o aumento na disponibilidade de recursos, assim como o grau no qual a estabilização do nível afeta o recrutamento dos peixes.

Ressalta-se que, apesar de conflitos com a operação da usina, medidas que preservem a sazonalidade do regime hidrológico, em particular nos trechos lóticos superiores do reservatório e a jusante da barragem, são benéficas à manutenção da diversidade de peixes. Além disso, o restabelecimento do regime hidrológico é primordial para a manutenção e/ou restauração de processos ecossistêmicos fluviais. Deve-se, portanto, investigar quais os procedimentos operacionais na barragem que favorecem e/ou prejudicam a ictiofauna.

**6. Funcionamento da escada para peixes:** A escada de Peixe Angical deve ser operada com a vazão estabelecida no projeto hidráulico (N30), já que maximizou o número de peixes e espécies utilizando o dispositivo, além de permitir a entrada de peixes de couro. Porém, a elevada seletividade que caracterizou o ingresso e a ascensão dos peixes merece maior investigação. A semelhança de seu projeto de engenharia com o da escada de Lajeado sugere que o impedimento talvez não seja de ordem estrutural (*design*). No caso, é preciso investigar outros fatores, possivelmente de ordem biológica ou ecológica. Por exemplo, a ocorrência de ovos e larvas em um tributário situado logo a jusante da barragem (rio Almas) sugere que este pode competir com a escada na orientação dos peixes em migração. Seria interessante investigar a atratividade desse tributário, assim como seu real papel no recrutamento dos peixes que chegam à proximidade da barragem.

Para estabelecer um protocolo de operação, recomenda-se determinar as espécies-alvo do manejo, ou seja, aquelas que devem se beneficiar com a transposição. Destaca-se que espécies migradoras predominaram no mecanismo, o maior volume de utilização ocorreu durante o período chuvoso (outubro a abril) e as espécies migraram em momentos distintos dentro desse período.

**7. Significado da escada para conservação:** O mecanismo de transposição foi implementado com o objetivo de possibilitar a migração ascendente dos peixes durante o período reprodutivo, diante do obstáculo imposto pela barragem. Idealmente, num primeiro momento, a escada deve facultar a subida segura dos peixes em migração, para que completem o ciclo reprodutivo; num segundo momento, deve haver oportunidade de que os produtos da reprodução, assim como os adultos, se dispersem pela bacia, incluindo trechos de jusante (Agostinho *et al.*, 2007a).

Em Peixe Angical, entretanto, a maior parte dos peixes em migração na escada não demonstrou sinais de atividade reprodutiva, o que estimula a reconsideração do significado do dispositivo. Além disso, houve ínfima migração descendente de ovos e larvas oriundos de montante através do reservatório e escada, sugerindo que a dinâmica reprodutiva no represamento de Peixe Angical não contribuirá com os estoques a jusante da barragem. Da mesma forma, não é possível afirmar se os peixes que ascendem o mecanismo conseguem se dispersar para jusante em momentos posteriores. Estudos mais detalhados são necessários para responder a essa questão, visto que a literatura coloca a migração descendente como o maior entrave ao sucesso da transposição como ferramenta de conservação e manejo (Agostinho *et al.*, 2007b; Pelicice & Agostinho, 2008).

O potencial do trecho a montante em comportar populações autossustentáveis é um aspecto ainda a ser investigado e com alta relevância na avaliação do funcionamento da escada com objetivos conservacionistas.

No cenário de que o trecho a montante da barragem de Peixe Angical suporte populações autossustentáveis, a operação da escada deve ser vista com cautela até que se demonstrem reais migrações descendentes de ovos, larvas e adultos pelo reservatório e barragem, alcançando o trecho a jusante. Caso contrário, a escada pode transferir contínua e permanentemente estoques de jusante

Para estabelecer um protocolo de operação, recomenda-se determinar as espécies-alvo do manejo, ou seja, aquelas que devem se beneficiar com a transposição. Destaca-se que espécies migradoras predominaram no mecanismo, o maior volume de utilização ocorreu durante o período chuvoso (outubro a abril) e as espécies migraram em momentos distintos dentro desse período.

**7. Significado da escada para conservação:** O mecanismo de transposição foi implementado com o objetivo de possibilitar a migração ascendente dos peixes durante o período reprodutivo, diante do obstáculo imposto pela barragem. Idealmente, num primeiro momento, a escada deve facultar a subida segura dos peixes em migração, para que completem o ciclo reprodutivo; num segundo momento, deve haver oportunidade de que os produtos da reprodução, assim como os adultos, se dispersem pela bacia, incluindo trechos de jusante (Agostinho *et al.*, 2007a).

Em Peixe Angical, entretanto, a maior parte dos peixes em migração na escada não demonstrou sinais de atividade reprodutiva, o que estimula a reconsideração do significado do dispositivo. Além disso, houve ínfima migração descendente de ovos e larvas oriundos de montante através do reservatório e escada, sugerindo que a dinâmica reprodutiva no represamento de Peixe Angical não contribuirá com os estoques a jusante da barragem. Da mesma forma, não é possível afirmar se os peixes que ascendem o mecanismo conseguem se dispersar para jusante em momentos posteriores. Estudos mais detalhados são necessários para responder a essa questão, visto que a literatura coloca a migração descendente como o maior entrave ao sucesso da transposição como ferramenta de conservação e manejo (Agostinho *et al.*, 2007b; Pelicice & Agostinho, 2008).

O potencial do trecho a montante em comportar populações autossustentáveis é um aspecto ainda a ser investigado e com alta relevância na avaliação do funcionamento da escada com objetivos conservacionistas.

No cenário de que o trecho a montante da barragem de Peixe Angical suporte populações autossustentáveis, a operação da escada deve ser vista com cautela até que se demonstrem reais migrações descendentes de ovos, larvas e adultos pelo reservatório e barragem, alcançando o trecho a jusante. Caso contrário, a escada pode transferir contínua e permanentemente estoques de jusante

(área de Lajeado) para montante. Além disso, a transposição removeria populações de um ambiente adequado ao recrutamento (*e.g.* região de Ipueiras) para um trecho de dimensões reduzidas, que se tornará ainda mais restrito após a construção de São Salvador.

No cenário de que o trecho a montante não suporte populações autossustentáveis, a transposição não deve ser realizada. Nesse caso, ela se justificaria apenas para a manutenção artificial de estoques acima da barragem, desde que operada com rigoroso planejamento e controle, permitindo apenas a transposição de peixes em deslocamentos de dispersão. Uma transposição nessas circunstâncias não tem significado para a conservação, e se feita em massa pode ameaçar a sustentabilidade das populações em nível regional (Pelicice & Agostinho, 2008). Embora os resultados apresentados demonstrem que ocorre desova de espécies migradoras nos trechos a montante, destaca-se que, após o represamento, houve redução na intensidade reprodutiva das espécies, na densidade de ovos e larvas, e que os locais de crescimento inicial ainda são desconhecidos.

Portanto, recomenda-se fortemente que durante os próximos anos seja realizado o monitoramento da atividade reprodutiva dos peixes e do recrutamento acima da barragem, bem como da intensidade dos deslocamentos na escada. A constatação de populações autossustentáveis a montante, assim como o entendimento dos padrões de migração, são informações-chave que devem nortear a decisão do uso da escada de Peixe Angical como ferramenta de manejo.

**8. Liberação da pesca:** Independentemente da diferença de opiniões que permeia as discussões sobre a liberação da pesca nos reservatórios do médio Tocantins, antes que isso ocorra é necessário considerar as informações acerca das capturas por unidade de esforço, a seletividade dos equipamentos e a mortalidade excessiva de juvenis por diferentes malhagens, como tratado no Capítulo 11 deste livro. Na verdade, seria importante que a pesca existente na região, mesmo que incipiente, fosse diagnosticada em detalhes, a fim de orientar as discussões sobre seu ordenamento.

Considerando o estado de pobreza da região, carente em termos de recursos e oportunidade econômica, a liberação da pesca no trecho pode representar uma alternativa de renda e fonte de proteínas. Aproveitando as discussões

correntes que fomentam o uso de águas públicas para a produção de pescado, vale salientar que a pesca, quando comparada com atividades de produção (e.g. aquicultura, piscicultura), requer menor investimento, apresenta pouca dependência de suporte técnico e, quando exercida sob controle, pode ser pouco danosa ao meio ambiente (Agostinho *et al.*, 2007a). Sugere-se que a liberação da atividade seja feita gradualmente (e.g. controle no número de pescadores e aparelhos) e que os efeitos da pesca sobre os recursos sejam monitorados. Essa informação então deve ser usada para dimensionar a sustentabilidade da atividade no trecho, sugerindo a magnitude de esforço compatível com a manutenção dos estoques. Recomenda-se, portanto, que a pesca seja implantada e operada dentro dos princípios do manejo experimental ou adaptativo.

Como recomendações específicas, locais considerados críticos ao recrutamento, como o rio Paranã, devem ter o esforço de pesca controlado, principalmente no período reprodutivo dos peixes. Na mesma linha de raciocínio, a implementação de períodos de defeso, definidos anualmente pelo órgão competente, pode se mostrar necessária.

**9. Aquicultura:** O cultivo de peixes em tanques-rede em águas públicas, apesar de receber constante incentivo do Estado, deve ser visto com cautela. A atividade geralmente se apresenta num cenário de extrema complexidade, onde detalhes básicos são rotineiramente negligenciados. Ressalta-se que a viabilidade econômica e ambiental de tal empreendimento necessita de cuidadoso planejamento e uma série de avaliações prévias (Beveridge, 2004; Wilcox, 2004), destacando: escolha da espécie; determinação de seu rendimento em cativeiro; segurança no confinamento; manutenção das condições sanitárias; potencial em deteriorar a qualidade da água no entorno; mensuração da capacidade suporte do ambiente à carga poluidora; demarcação da área aquícola; número de tanques; possibilidade de escoamento da produção; armazenamento do pescado; período entre safra; determinação do capital inicial básico; custos com a manutenção do negócio (ração, insumos, manutenção); e lucratividade.

A desatenção com qualquer desses componentes pode determinar o insucesso econômico do negócio e/ou provocar desastres ambientais. Diante de tamanha complexidade, não é surpresa o fato de a aquicultura ter se tornado frequente fonte de transtorno ambiental (Agostinho *et al.*, 1999b), vetor de miséria

social (Ostrensky & Viana, 2004), e no maior promotor de introdução de espécies não-nativas (Naylor *et al.*, 2001), uma das piores formas de poluição biológica. Com isso, qualquer iniciativa que considere a implementação de zonas de cultivo em Peixe Angical deve ser analisada com profundidade, exigindo-se ampla e sólida base científica subsidiando a proposta, além de um programa de monitoramento detalhado, entendido como requisito básico.

**10. Declínio temporal nas capturas:** Os ambientes sob influência do represamento de Peixe Angical apresentaram considerável aumento na abundância dos peixes, uma tendência natural que não deve persistir por muitos anos. A manutenção de elevados níveis de captura dependerá de ações de manejo, caso contrário, o reservatório deve adentrar numa fase de depleção trófica (Petreire Jr., 1996; Agostinho *et al.*, 1999a). Uma alternativa é a manipulação planejada do nível de água do reservatório (escala sazonal a anual). Nesse caso, o alagamento periódico da vegetação terrestre marginal contribui para a incorporação de matéria orgânica ao ambiente aquático, o que eleva a capacidade biogênica do sistema. Deve-se ressaltar que, por interferir na dinâmica e estrutura do ecossistema, esse procedimento tende a provocar conflitos de interesses entre os usuários dos recursos.

## Conclusão

O monitoramento da ictiofauna na área de Peixe Angical possibilitou (i) conhecer diversos aspectos da organização das assembleias de peixes nesse trecho do rio Tocantins, (ii) mensurar as modificações advindas com o represamento e (iii) criou condições para que medidas de conservação e manejo sejam conduzidas de maneira racional. Mesmo assim, sugere-se a continuidade do monitoramento da ictiofauna, especialmente após a estabilização das condições ambientais. Como o represamento é recente, alterações de ordem ambiental (*e.g.* hidrologia e limnologia) são ainda esperadas nos primeiros anos que sucedem o enchimento. Dessa forma, as comunidades de peixes devem se ajustar aos novos ambientes apenas nos próximos anos, momento em que padrões ecológicos se tornarão mais evidentes, como a distribuição espacial das espécies no gradiente longitudinal, a utilização de determinados recursos alimentares e o restabelecimento da dinâmica reprodutiva na região (desova e crescimento). Deve-se considerar também a possibilidade de perturbações adicionais na região, como a construção de novas hidrelétricas, o que torna evidente a necessidade do monitoramento contínuo.



Entende-se também que, na realização de qualquer medida de conservação e manejo em Peixe Angical, é imprescindível a condução de monitoramentos de seus resultados e a realização de estudos complementares específicos. Sua negligência pode incorrer em erro, desperdício de esforços e recursos, agravar o problema ou mesmo provocar a perda de biodiversidade (Agostinho *et al.*, 2005). É oportuno lembrar que a falta de acompanhamento e avaliação das medidas de manejo foi um dos maiores equívocos na gestão dos recursos aquáticos em reservatórios do país (Agostinho *et al.*, 2004).

Por fim, com base nas intensas modificações de ordem estrutural que a bacia vem experimentando (*e.g.* barragens em série), ações de conservação e manejo terão mais sucesso se tomadas na perspectiva de bacia hidrográfica e em articulação com outras atividades na região, levando em consideração os principais atores e processos envolvidos (Agostinho *et al.*, 2007a).

### *Agradecimentos*

Agradecemos ao Núcleo de Estudos Ambientais da Universidade Federal do Tocantins (Neamb-UFT) pelo apoio logístico e à Enerpeixe S.A. pelo suporte financeiro.

### *Referências*

- Agostinho, A. A. & L. C. Gomes (Eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 387p.
- Agostinho, A. A., L. E. Miranda, L. M. Bini, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs, and prognoses on aging. Pp. 227-265. In: Tundisi, J. G. & M. Straskraba (Eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications. Leiden, Backhuys Publishers, 585p.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, & J. D. Latini. 2004. Fisheries management in Brazilian reservoirs: Lessons from/for South America. *Interciencia*, 29(6): 334-338.
- Agostinho, A. A., S. M. Thomaz & L. C. Gomes. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, 19(3): 646-652.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007a. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem, 501p.

Agostinho, A. A., E. E. Marques, C. S. Agostinho, D. A. Almeida, R. J. Oliveira & J. R. B. Melo. 2007b. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5(2): 121-130.

Agostinho, A. A., L. C. Gomes, F. M. Pelicice, E. E. Souza-Filho & E. A. Tomanik. (no prelo). Application of the ecohydrological concept for sustainable development of tropical floodplains: the case of the upper Paraná River basin. *Ecohydrology & Hydrobiology*.

Beveridge, M. C. M. 2004. Cage aquaculture. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford, Blackwell Publishing, 368p.

Freeman, M. C., C. M. Pringle, E. A. Greathouse & B. J. Freeman. 2003. Ecosystem-level consequences of migratory faunal depletion caused by dams. *American Fisheries Society Symposium* 35: 255-266.

Godinho, H. P. & A. L. Godinho (Org.). 2003. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC Minas, 457p.

Gomes, L. C. & L. E. Miranda. 2001. Riverine characteristics dictate composition of fish assemblages and limit fisheries in reservoirs of the Upper Paraná River Basin. *Regulated Rivers: Research & Management*, 17(1): 67-76.

Krueger, C. C. & D. J. Decker. 1999. The process of fisheries management. Pp. 31-59. In: Kohler, C. C. & W. A. Hubert (Eds.). *Inland fisheries management in North America*. 2<sup>nd</sup> ed. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society.

Naylor, R. L., S. L. Williams & D. R. Strong. 2001. Aquaculture - a gateway for exotic species. *Science*, 294: 1655-1656.

Ostrensky, A. & L. S. Viana. 2004. A dança dos números da piscicultura paranaense. *Panorama da Aqüicultura*, 14(84): 28-32.

Pelicice, F. M. & A. A. Agostinho. 2008. Fish passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Conservation Biology*, 22: 180-188.

Petrere Jr., M. 1996. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2: 111-133.

Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks & J. C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience*, 47: 769-784.

Smith, W. S., C. C. G. F. Pereira, E. L. G. Espíndola & O. Rocha. 2003. A importância da zona litoral para a disponibilidade de recursos alimentares à comunidade de peixes em reservatórios. Pp. 233-248. In: Henry, R. (Org.). *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos, RiMa.

Ward, J. V. & J. A. Stanford. 1995. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, 10(2-4): 159-168.

Wilcox, J. 2004. How to make a small fortune in aquaculture? Apopka, Aquatic Eco-Systems, Disponível em: <http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/popup.techTalkDetail/ttid/38>>. Acesso em: jul. 2006.