

**CONSIDERAÇÕES SOBRE OS IMPACTOS DOS REPRESENTAMENTOS NA ICTIOFAUNA E MEDIDAS PARA SUA ATENUAÇÃO. UM ESTUDO DE CASO: RESERVATÓRIO DE ITAIPU\*.**

Angelo Antonio Agostinho<sup>1</sup>, Horácio Ferreira Júlio Jr.<sup>1</sup> e José Roberto Borghetti<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente estudo levanta os impactos resultantes dos represamentos sobre as comunidades de peixes e o enfoque dado pelas concessionárias hidrelétricas para sua atenuação. As alterações ictiofaunísticas decorrentes da formação do reservatório de Itaipu e as medidas implementadas para atenuá-las são apresentadas. Embora os represamentos levem a extinções locais que podem ser importantes conforme o grau de endemicidade faunística, as alterações mais relevantes referem-se à abundância relativa das espécies. Verifica-se que o processo de colonização privilegia as espécies de menor porte, baixa longevidade e elevado potencial reprodutivo, com a substituição daquelas comercialmente valiosas por outras de menor valor. Os insucessos nas medidas mitigadoras são atribuídos a um dimensionamento incompleto do impacto e à ausência de informações consistentes sobre a estrutura e funcionamento do sistema.

**Palavras-chave:** reservatórios, impactos ambientais, peixes

**CONSIDERATIONS ABOUT THE IMPACTS OF THE IMPOUNDMENT ON THE FISH FAUNA AND ITS MITIGATION. A CASE HISTORY: ITAIPU RESERVOIR**

**ABSTRACT:** Impoundment impacts on fish communities are listed and the current trends to mitigate them in Brazilian hydroelectrical companies are discussed. A case history about Itaipu reservoir is presented. The most

---

\* Trabalho apresentado no Seminário "Medidas minimizadoras de Impactos Ecológicos em barragens", promovido pela Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná, em junho de 1989 em Curitiba-PR.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, DBI/NUPELIA, Av.Colombo,3690 - 87020-900 - Maringá-PR>

<sup>2</sup> Itaipu Binacional, Departamento de Meio Ambiente, 85856-970 Foz do Iguaçu - Paraná.

important impact on fish fauna is the alteration in the relative abundance of the species, though the local extinction becomes relevant if the endemic degree is high. The colonization process is favorable to small species with low longevity and high reproductive potential. Species commercially important were substituted by other less valuable. The failure on the impacts mitigation is associated to their incorrect evaluation and insufficient information about the structure and function of the system.

**Key words:** Reservoir, environmental impacts, fish.

## **INTRODUÇÃO**

Os represamentos, pelo fato de alterarem de maneira profunda e definitiva a dinâmica da água, determinam consideráveis modificações nas comunidades bióticas nas suas áreas de influência.

Para a comunidade de peixes, o resultado inevitável desses empreendimentos é a alteração na abundância das espécies com a eventual eliminação de alguns componentes ictiofaunísticos. Assim, como a comunidade de peixes presente em um reservatório é resultante da colonização feita por aquela anteriormente presente no rio, espécies naturalmente em baixas densidades podem encontrar condições favoráveis e proliferarem, enquanto outras, que não tenham no novo ambiente as condições adequadas para satisfazerem suas necessidades ecológicas, podem ter sua abundância reduzida, ou mesmo, serem eliminadas.

Neste trabalho pretendemos, após uma revisão sucinta das principais fontes de impacto dos represamentos sobre as comunidades de peixes, relatar como elas se processaram no reservatório de Itaipu e discutir o enfoque que a ITAIPU BINACIONAL vem dando aos trabalhos de mitigação desses impactos.

## **I. IMPACTOS DE REPRESAMENTOS: UMA BREVE REVISÃO**

Os impactos produzidos pela construção de reservatórios sobre as comunidades de peixes devem ser analisados em suas dimensões espaciais e temporais.

Entre aqueles classificados no primeiro caso têm-se: (a) os decorrentes das alterações no fluxo e na qualidade da água evertida -

efeitos a jusante; (b) os originados da alteração das características físicas, químicas e biológicas da água, no trecho inundado da bacia hidrográfica - efeitos no corpo do reservatório; (c) os resultantes do confinamento seletivo de algumas espécies a partes de sua área original de distribuição e da propagação de outras a partir do ambiente represado - efeitos a montante.

## **A. EFEITOS A JUSANTE :**

### **1. regulação do fluxo e subtração do sedimento carreado:**

- ..reduções na área alagável e alterações no regime de cheias, fundamentais à desova e ao desenvolvimento das formas jovens (WELCOMME, 1979);
- ..alterações na morfologia e nas características granulométricas do canal, decorrentes da maior capacidade carreadora da água evertida pelo reservatório, graças à retenção dos sólidos em suspensão. Isto determina alterações no habitat relacionadas a abrigo, desova e à disponibilidade de alimento bentônico (PETTS, 1984);
- ...maior transparência da água no período de desenvolvimento inicial dos peixes, fato oposto ao das condições naturais, que pode levar ao incremento na mortalidade de jovens pela predação;
- ....redução da vazão, no final do ano, que pode levar ao retardamento do início da migração dos adultos e à menor taxa de sobrevivência dos jovens, pela desova ocorrer em época inadequada.

## **2. super-saturação gasosa nas áreas adjacentes à barragem:**

- .incorporação de gases atmosféricos à água evertida, que pode, acima de determinados níveis, ser letal aos peixes. A mortalidade por embolia gasosa depende, além do nível de saturação, do tempo de exposição dos peixes a estas condições, da temperatura da água e da condição física geral do espécime (PETTS,1984). Seus efeitos são, entretanto, limitados aos primeiros quilômetros (MacDONALD & HYATT, 1973).

## **3. mortandade de peixes nas turbinas e vertedouro:**

- .passagem de peixes do ambiente represado para jusante leva ao injuriamento do peixe ou a mortalidades cuja taxa depende da altura do vertedouro, tipo de turbina e condições de operação (CRAMER & OLIVER, 1964). Sob condições de grande turbulência hidráulica ou em áreas cuja pressão se aproxima do ponto de vaporização, a mortalidade é muito elevada. Além disto, peixes injuriados são consumidos por predadores que se concentram a jusante, o que contribui para o aumento na densidade destes. Constitui fator adicional para o aumento na taxa de mortalidade a penetração e morte por asfíxia de peixes nas tubulações durante os serviços de manutenção das turbinas.

## **4. aumento nos níveis de predação próximo à barragem:**

- .a alta densidade de peixes que se acumulam nas proximidades da barragem e a falta de abrigos que geralmente se constata nestas áreas levam a altas incidências de predadores. Peixes injuriados pelas turbinas ou vertedouros são facilmente predados e se constituem em atrativos para as espécies desta categoria. As facilidades de captura nestas áreas atraem também a pesca ilegal, o que constitui um problema adicional.

### **5. exposição do leito do rio durante a formação e operação:**

- .nas fases de enchimento do reservatório e durante a operação deste para fins hidrelétricos, é freqüente a redução ou mesmo a interrupção abrupta do fluxo da água. Isto tem levado a grandes mortandades de peixes, particularmente de formas jovens e/ou sedentárias, que ficam retidas em depressões das margens e no leito do rio.

### **6. interceptação de rotas migratórias de peixes potamódromos:**

- .as grandes barragens levam, se nenhum dispositivo para a transposição de peixes é instalado, ao bloqueio do acesso de espécies migradoras às suas áreas de reprodução e/ou alimentação. A localização da barragem condicionará o grau de redução das áreas disponíveis a estas atividades e o nível de impacto sobre as populações afetadas. Assim, espécies reofilicas com áreas de desova e habitat principal a montante da barragem poderão ser eliminadas de jusante. Entretanto, espécies reofilicas com área principal de desova a montante e área de alimentação a jusante podem sofrer apenas uma redução de abundância neste trecho (ZALUMI,1970).

## **B. EFEITOS NO CORPO DO RESERVATÓRIO:**

### **1. inundação de áreas sazonalmente alagáveis:**

- .o regime hídrico das planícies sazonalmente alagáveis tem papel fundamental para a desova de alguns peixes e desenvolvimento inicial da maioria das espécies. A disponibilidade de alimento, abrigo e as condições físicas e químicas propiciadas pela grande diversidade de habitats nestas áreas são favoráveis à propagação de inúmeras espécies de peixes e dependem das flutuações naturais do nível fluviométrico.

## **2. restrições impostas pela dinâmica da água:**

- a alteração das águas lólicas de um rio para as lânticas ou semilânticas de uma represa, tem efeitos adversos sobre as espécies estritamente reofílicas e favoráveis às que, a despeito de estarem presentes no ambiente fluvial, são dotadas de maior plasticidade ou habitam áreas específicas, como, por exemplo, as lagoas marginais. As drásticas alterações que se verificam na estrutura das comunidades ictiológicas refletem, em parte, essa situação.

## **3. estratificação térmica e condições anóxicas do hipolímnio:**

- a ocorrência da estratificação térmica da coluna de água, aliada a processos de decomposição no hipolímnio podem levar à depleção total do oxigênio nas camadas mais profundas da represa, e a decorrente eliminação da comunidade de peixes nelas presentes.

## **4. eutrofização e deterioração da qualidade da água:**

- a entrada de poluentes orgânicos e inorgânicos, como o nitrogênio e o fósforo, oriundos das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia ou mesmo da biomassa afogada por ocasião da formação do reservatório, pode levar a condições de produtividade primária excessiva ou à explosão da biomassa de macrófitas aquáticas flutuantes, refletindo-se, muitas vezes, na qualidade da água. Esse quadro poderá, dependendo de sua magnitude, conduzir à eliminação de grande parte da ictiofauna.

## **5. instabilidade das comunidades bentônica e litorânea:**

- o carreamento de material particulado dos trechos superiores ou das encostas do reservatório e sua

conseqüente deposição no ambiente represado, dependendo de sua magnitude, poderão impedir a instalação de uma comunidade bentônica estável, refletindo-se na disponibilidade de alimento para os peixes. Na região litorânea, a flutuação irregular do nível do reservatório e a ação das ondas sobre as suas margens oferecem restrições à instalação de uma comunidade vegetal e animal útil como abrigo e alimento, especialmente das formas jovens. Esses ambientes tornam-se, também, inadequados às posturas de várias espécies que deles necessitam.

#### **6. redução na relação área terrestre x área aquática:**

- os represamentos alteram notavelmente a relação entre as áreas terrestres marginais e a superfície aquática, importante para as espécies cujo alimento é essencialmente alóctone, como as frugívoras.

#### **C. EFEITO A MONTANTE:**

- o trecho superior da bacia de um reservatório exerce considerável influência sobre as comunidades do mesmo. Entretanto, reservatórios podem induzir modificações na estrutura das comunidades da bacia a montante por representar uma ampliação dos ambientes lênticos que constitui o ecossistema e poder ser considerado como foco de proliferação de espécies lacustres, geralmente de menor interesse à pesca. Além disto, dependendo das características topográficas da bacia, o represamento pode eliminar barreiras geográficas à dispersão de determinadas espécies e realizar espetaculares introduções nos trechos a montante do represamento.

Quanto à sua dimensão temporal, o impacto pode ser abordado como de natureza (a) aguda, quando o limiar de tolerância de determinadas espécies é excedido, levando a grandes mortandades ou fugas maciças. Pode-se, também, ter um impacto deste tipo, quando limiares críticos de competição ou predação são transpostos. Neste caso, o impacto é mais facilmente previsível e, geralmente, relacionado à obra e à área represada. Aqueles impactos de natureza (b) crônica surgem como decorrência de interações de processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem de maneira gradual. Este grupo de impactos é mais complexo, exige monitoramento para que seja detectado e sua magnitude depende, além das características do reservatório (localização, tempo de residência, profundidade, operação, etc.), de suas comunidades bióticas, da ação antrópica e nível de conservação na bacia hidrográfica a montante da barragem.

#### ESTUDO DE CASO: O RESERVATÓRIO DE ITAIPU

O reservatório de Itaipu, formado a partir de novembro de 1982, tem área inundada de 1.460 km<sup>2</sup>, dos quais 835 km<sup>2</sup> são brasileiros e 625 km<sup>2</sup> pertencem ao Paraguai. A sua extensão, considerando-se o eixo longitudinal entre Foz do Iguaçu e Guaira, é de 151 km, e o volume acumulado é de 29 bilhões de metros cúbicos. Sua profundidade máxima é de 170 m, com média de 21,5 m. O tempo de residência de suas águas é de aproximadamente 40 dias, com velocidade média superficial de 0,6 m/s, na área central.

Os resultados obtidos pela SUREHMA-ITAIPU BINACIONAL (1989), através da aplicação do índice de Carson às concentrações de fósforo total e clorofila, indicam que o corpo central do reservatório é mesotrófico, o mesmo ocorrendo com os braços da margem esquerda. No entanto, estes últimos podem ser considerados eutróficos em determinado período do ano.

A formação do reservatório de Itaipu levou a consideráveis alterações na composição ictiofaunística da região, com o desaparecimento de alguns elementos na área represada. Entretanto, algumas características desse reservatório e sua localização contribuíram na minimização do impacto potencial. Assim, o fato de a barragem ter sido construída a aproximadamente 150 quilômetros abaixo de Sete Quedas, representou uma antecipação do obstáculo à subida de peixes anteriormente existentes. Embora os estudos desenvolvidos antes do represamento não tenham identificado as áreas de desova das espécies migradoras, acredita-se que as



populações do rio Paraná, que habitavam o trecho a jusante deste obstáculo natural, foram privadas de um trecho relativamente pequeno de sua distribuição. Isto é particularmente verdadeiro para as espécies de médio e grande porte, cuja ocorrência é registrada desde o rio La Plata. O rio Paraná no trecho represado pela hidrelétrica de Itaipu encaixava-se em uma depressão e sua planície de inundação era reduzida, ao contrário do segmento acima do município de Guaira, com extensas áreas alagáveis. Isto revela que o impacto resultante do afogamento de lagoas marginais e da planície de inundação foi pequeno, se comparado com aquele que poderia ser verificado se a barragem fosse construída a montante. Finalmente, destacam-se ainda como fatores atenuantes do impacto o baixo tempo médio de residência da água (40 dias) e a velocidade de 0,6 m/s na superfície, que parecem viabilizar a orientação das espécies migradoras. Peixes marcados (*Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus scrofa*, *Pterodoras granulosus* e *Salminus maxillosus*) e liberados no reservatório, nas proximidades da barragem, têm sido capturados no rio Paraná, a montante do ambiente represado (FUEM-ITAIPU BINACIONAL, 1989).

Os estudos ictiofaunísticos do rio Paraná, na região do reservatório de Itaipu, foram iniciados no ano de 1977 (ITAIPU BINACIONAL, 1981). Durante este período, anterior ao represamento, foram registradas 113 espécies na área abaixo de Sete Quedas, considerando as espécies de *Hypostomus* como unidade e revisando a listagem produzida na época. Nos levantamentos que se seguiram ao represamento foram identificadas 107 espécies, também considerando *Hypostomus* como unidade. Dasquelas levantadas anteriormente, vinte não foram encontradas no ambiente do reservatório. Destas, entretanto, quinze são registradas a jusante ou em seus tributários da margem esquerda, sendo a maioria com ocorrência regular. Cinco espécies (*Otocinclus vittatus*, *Xenrobrycon macropus*, *Tetragonopterus argenteus*, *Roeboides prognatus*, *Cochliodon cochliodon*), no entanto, não foram capturadas em qualquer das 23 estações de amostragem. Ressalta-se, entretanto, que estas espécies foram esporádicas nas coletas de 1977 a 1981, não alcançando 1% do capturado (ITAIPU BINACIONAL, 1981).

Algumas espécies tipicamente migradoras que se supunham destinadas a desaparecer da área represada após o fechamento das comportas (*Salminus maxillosus*, *Leporinus elongatus*, *Leporinus*

obtusidens, *Prochilodus scrofa*, *Pseudoplatystoma corruscans*, entre outras), encontraram ambientes propícios à reprodução nos trechos a montante, e estão ainda presentes, sendo exploradas comercialmente. Outras como *Piaractus mesopotamicus* e *Brycon orbignyanus*, de hábito alimentar essencialmente frugívoro, não tiveram a mesma sorte.

A resposta mais notável da comunidade de peixes ao represamento não foi o desaparecimento de espécies da área, mas sim as modificações na sua estrutura. A Figura 1 mostra a frequência relativa das principais espécies de peixes antes do represamento (ITAIPU BINACIONAL, 1981) e nos cinco anos após o fechamento das comportas (FUEM-ITAIPU BINACIONAL, 1989). Verifica-se uma notável alteração na abundância das espécies, sendo que apenas a curvina, *Plagioscion squamosissimus*, um peixe introduzido anteriormente na bacia, e o curimba, *P.scrofa*, estiveram entre as mais abundantes nas duas fases consideradas.

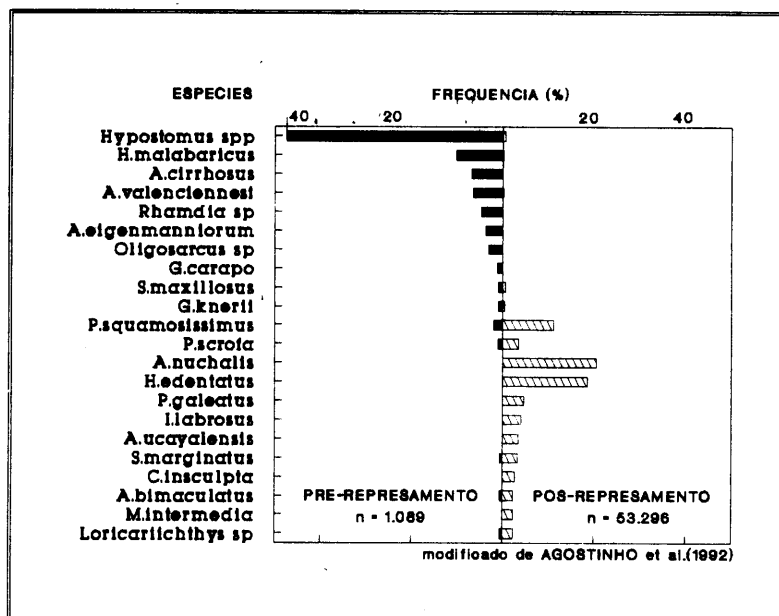


FIGURA 1: Frequência das principais espécies de peixes, antes e após a formação do reservatório de Itaipu (n=tamanho da amostra).

As modificações na estrutura das comunidades de peixes foram, entretanto, gradativas, e os resultados até agora obtidos sugerem que as populações ainda não se acomodaram ao novo ambiente. A seqüência de eventos após o represamento, considerando-se as categorias de hábito alimentar (Figura2), revela que as espécies insetívoras, pouco abundantes no rio, e a única planctófaga, virtualmente ausente antes, passaram a predominar numericamente no segundo ano após o fechamento do reservatório, em detrimento das iliófagas, onívoras e piscívoras. Nos dois anos seguintes, a despeito da queda na abundância relativa da espécie planctófaga, esta e as insetívoras mantiveram-se abundantes. Finalmente, no período 86/87, as espécies com esses hábitos alimentares tiveram sua abundância relativa diminuída, cedendo lugar às bentófagas. A análise das variações de abundância, a nível de espécie (Figura3) revela o domínio inicial de *Hypophthalmus edentatus* - uma planctófaga, e de *Auchenipterus nuchalis*, uma insetívora. Os estudos iniciais sobre a primeira espécie sugerem uma baixa longevidade (FUEM-SUREHMA-ITAIPU BINACIONAL, 1986), alta fecundidade e aptidão para reproduzir-se mais que uma vez ao ano (BENEDITO,1989). A segunda, tem baixa longevidade, crescimento rápido, maturação precoce e fecundação interna (FUEM-SUREHMA-ITAIPU BINACIONAL, 1986). Essas características sugerem um caráter oportunista (r-estrategista) para as duas espécies, o que explica sua ocupação rápida do novo ambiente. A crescente abundância de peixes bentófagos (*Iheringichthys labrosus*, *Curimata insculpta*, *Loricariichthys* sp), alguns podendo ser considerados também como r-estrategistas, deve se relacionar a mudanças na natureza do material alóctone que chega ao reservatório e ao desenvolvimento de uma comunidade bentônica mais estável. A redução nas flutuações de nível do reservatório a partir de 1985 (Divisão de Hidrologia da Itaipu Binacional) pode ter favorecido a instalação de uma comunidade bentônica permanente na zona litorânea deste ambiente. Isto, entretanto, carece de comprovação.

Embora a localização do reservatório de Itaipu tenha evitado, pelas características topográficas da região inundada, alguns tipos de impacto que geralmente se verificam nos represamentos, ela, por outro lado, foi decisiva na introdução de espécies de peixes no segmento superior do rio Paraná. Assim, a barreira representada pelas Sete Quedas foi eliminada com o alagamento e, além do prejuízo cênico, espécies

confinadas no trecho inferior puderam alcançar o segmento a montante. Pelo menos treze espécies anteriormente ausentes acima de Sete Quedas foram capturadas nos anos de 1986 a 1988 na região do município de Porto Rico (FUEM-FINEP, 1989). O quadro a seguir enumera algumas dessas espécies (DEITÓS, 1990) e as classifica quanto à abundância relativa:

espécie	abundância relativa
<i>Raphiodon vulpinus</i>	++
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	+++
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	+++
<i>Catathiridium jenynsi</i>	++
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	++
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	+
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	++
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	++
<i>Megalonema platamus</i>	+
<i>Potamotrygon motoro</i>	++
<i>Pterodoras granulosus</i>	++
<i>Serrasalmus marginatus</i>	+++

+ = esporádica, ++ = moderada, +++ = abundante

A ausência de informações acerca da pesca profissional realizada no rio Paraná, antes da formação do reservatório, não permite a avaliação dos efeitos da mudança na composição ictiofaunística sobre esta atividade econômica. Os levantamentos da produção pesqueira no ano de 1988 revelam, entretanto, uma captura média mensal de 120 toneladas. Entre as espécies com maior contribuição destacam-se *H.edentatus*, *P.squamosissimus*, *Prochilodus scrofa* e *Pterodoras granulosus* (AGOSTINHO *et al.*, 1989).

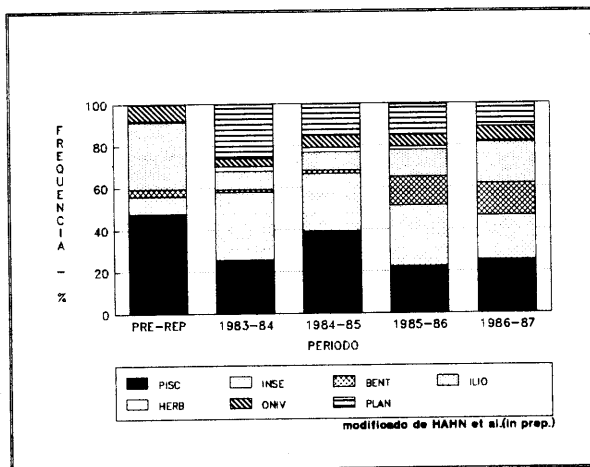


FIGURA 2: Contribuição relativa das diferentes categorias tróficas nas capturas, antes e após a formação do reservatório de Itaipu (PRE-REP=pré-representamento, PISC=piscívoras, INSE=insetívoras, BENT=bentófagas, ILIO=iliófagas, HERB=herbívoras, ONIV=onívoras, PLAN=plancetófaga).

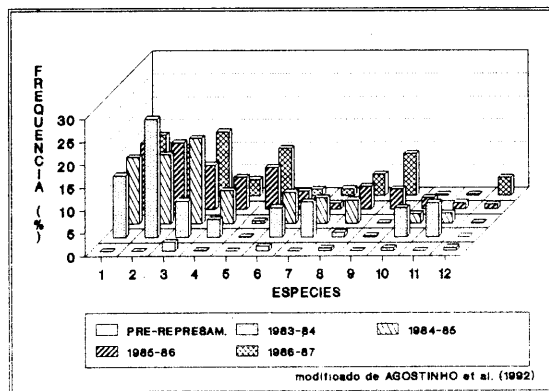


FIGURA 3. Freqüência relativa das principais espécies de peixes na pesca experimental do reservatório de Itaipu, antes e após sua formação. Espécies: 1. surumanha, *Auchenipterus nichalis*; 2. sardela, *Hypophthalmus edentatus*; 3. curvina, *Plagioscion squamosissimus*; 4. cangati, *Parauchenipterus galeatus*; 5. mandi, *Iheringichthys labrosus*; 6. curimba, *Prochilodus scrofa*; 7. manduvê, *Ageneiosis ucayalensis*; 8. piranha, *Serrasalmus marginatus*; 9. saguiru, *Curimata insculpta*; 10. lambari, *Astyanax bimaculatus*; 11. cacunda, *Roeboides paranensis*; 12. cascudo-chinelo, *Loricariichthys* sp.

## **II. AS MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS**

Os procedimentos visando minimizar os impactos de represamentos sobre a ictiofauna fluvial foram, geralmente, marcados por notáveis equívocos no Brasil, quer por serem na maioria das vezes ineficazes como medida mitigadora, quer pelo risco potencial de levar a impactos ainda maiores. Isto decorreu, na maioria das vezes, da falta de embasamento científico e do caráter geral da legislação que os prescreviam. A ausência de uma diretriz consistente para tratar do assunto, aliada às facilidades e ao maior efeito eleitoreiro inerentes às medidas compensatórias, levou a um desvirtuamento dos trabalhos de mitigação de impacto nos reservatórios.

Assim, geralmente com o propósito principal de viabilizar a recomposição dos estoques pesqueiros afetados pelo represamento, as concessionárias hidrelétricas construíram estações de piscicultura anexas a seus reservatórios. Entretanto, as dificuldades técnicas para o manejo de espécies nativas, devido à escassez de informações, e o anseio de produção imediata e em alta escala, determinaram a opção por espécies de outras bacias ou continentes, cujas técnicas de propagação artificial já eram conhecidas. Dessa maneira, foram introduzidas nas bacias do sul e sudeste do Brasil espécies como a curvina, a truta, o apaiari, o tambaqui, o trairão, o peixe-rei, o tucunaré, a sardinha, o "black-bass" além das carpas e tilápias. A falta de informações sobre as comunidades de peixes da bacia e, na maioria das vezes, da espécie a ser introduzida, não permitiram considerações acerca do impacto do empreendimento. Alguns desses povoamentos, como o realizado com a curvina, foram "bem sucedidos", não se sabendo, no entanto, a que custo ecológico. A maioria, por outro lado, fracassou, com os prejuízos inerentes aos esforços e recursos empregados. Constatou-se, também, em relação às atividades destas estações, um desvirtuamento de suas finalidades, visto que passaram a atuar na área de fomento à piscicultura, especialmente de peixes exóticos, relegando a um plano secundário o seu papel de instrumento na implementação de medidas mitigadoras de impacto.

A maior participação dos técnicos relacionados à área ambiental, nas decisões de diretoria das concessionárias hidrelétricas, e os constantes insucessos nas atividades de povoamento têm atualmente provocado uma reversão desse quadro. A maioria das empresas hidrelétricas está, hoje,

desenvolvendo estudos básicos visando subsidiar medidas reparadoras de impactos e o manejo racional do recurso pesqueiro. As pressões dos agentes financiadores internacionais e as regulamentações emanadas do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), sem dúvida, contribuíram para isto.

As medidas mitigadoras dos impactos resultantes dos represamentos devem ser tomadas na dimensão e no momento apropriados para que sejam efetivas. Para aqueles impactos de natureza aguda, elas devem ser executadas *a priori* e isto só será possível se as ações impactantes puderem ser especificadas e preditas. Nos impactos cuja ação é gradativa (crônicos), o monitoramento das comunidades e o acompanhamento dos fatos que ocorrem na bacia são imprescindíveis. Nesse caso, as medidas devem ser implementadas dentro do contexto do manejo do reservatório e da bacia hidrográfica.

O levantamento dos impactos sobre as comunidades de peixes, qualquer que seja a sua natureza, e, particularmente, a implementação de medidas mitigadoras não podem prescindir do conhecimento do ecossistema e das características do reservatório (construção, operação, localização). Na escassez de informações sobre a estrutura e funcionamento das comunidades e de tempo e recursos necessários para a sua obtenção, residem as maiores dificuldades da avaliação do impacto e da tomada de medidas de mitigação eficazes.

### **AS MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTOS NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

No reservatório de Itaipu, a falta de informações básicas para um perfeito dimensionamento dos impactos, levou a uma opção de investimento de recursos financeiros e esforços na coleta destes dados e ao monitoramento da instalação das comunidades no novo ambiente. Os dados obtidos, através de convênios com Universidades e órgãos públicos de controle ambiental, têm subsidiado o manejo das comunidades e a tomada de ações que previnam impactos de natureza crônica.

Entre as medidas tomadas pela ITAIPU BINACIONAL destacam-se:

#### JUSANTE

- . controle do fluxo da água evertida, evitando alterações bruscas e amplas no nível do rio Paraná a jusante. Este controle, a despeito de ter sido fruto de um acordo internacional visando prevenir outros impactos, atua favoravelmente sobre as comunidades litorâneas e bentônicas, e, portanto, sobre a de peixes. Seu impacto relacionado ao regime de cheias e da subtração da carga de sedimento, no entanto, persiste;
- .. controle da atividade pesqueira nos primeiros quilômetros a jusante da barragem;
- ... resgate de peixes presos no tubo de sucção das turbinas durante os trabalhos de manutenção;
- .... construção (em andamento) de um canal de desova, visando assegurar a reprodução de espécies com migração reprodutiva. Este recurso parece o mais adequado, visto que uma escada para transposição, se eficaz, promoveria a introdução de muitas espécies no trecho superior do rio Paraná, algumas das quais altamente indesejáveis à balneabilidade e à pesca (*Serrasalmus nattereri*, por exemplo).

OBS.: A EXPOSIÇÃO DO LEITO DO RIO A JUSANTE NÃO OCORRE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU E A SUPERSATURAÇÃO GASOSA NÃO TEM SIDO REGISTRADA NO MONITORAMENTO (SUREHIMA-ITAIPU BINACIONAL, 1989), SENDO POSSÍVEL A SUA OCORRÊNCIA EM ÁREAS MUITO RESTRITAS.

#### RESERVATÓRIO

- . monitoramento das comunidades de peixes. Estes trabalhos têm permitido identificar os impactos



resultantes de interações bióticas (incluindo-se a antrópica) e abióticas produzidas pelo represamento, escolher a técnica de manejo adequada para sua minimização e o momento propício para implementá-la. As técnicas mais freqüentemente sugeridas referem-se à proteção de áreas de desova, controle de locais, períodos e aparelhos de pesca;

- .. a proteção das margens e encostas, visando reduzir o processo erosivo, contribui para a estabilidade das comunidades litorâneas e bentônicas, fornecendo alimento, abrigo e tornando as áreas marginais adequadas à desova de peixes. Entretanto, a recuperação da mata ciliar dos tributários e do rio Paraná a montante é fundamental para o controle da carga sedimentar. Projetos complementares de educação ambiental e distribuição de mudas vêm sendo desenvolvidos com este objetivo. A recuperação da vegetação das encostas contribui, por outro lado, para a elevação da disponibilidade de alimentos autóctones para espécies frugívoras e mesmo insetívoras;
- .. desenvolvimento de tecnologias de produção de espécies nativas visando o repovoamento e a viabilização de cultivo de espécies da bacia na piscicultura regional. O alcance deste objetivo, além de prevenir futuras introduções acidentais de espécies exóticas, devido ao escape de tanques de piscicultura, produzirá as técnicas de produção para repovoamento, quando o manejo ecológico do recurso recomendá-lo.

OBS.: A GRANDE PROFUNDIDADE DO RESERVATÓRIO DE ITAIPU ALIADA AO BAIXO TEMPO DE RESIDÊNCIA, A EUTROFIZAÇÃO EXCESSIVA DA COLUNA DE ÁGUA E AS CONDIÇÕES ANÓXICAS DO HIPOLÍMNIO NÃO SE CONSTITUÍRAM EM IMPACTO CONSIDERÁVEL NESTE AMBIENTE

## CONCLUSÕES

Os represamentos, embora possam levar a extinções locais de alguns componentes da ictiofauna que, dependendo de seu grau de endemismo, pode ser altamente relevante, têm na alteração da relação espécie/abundância seu impacto mais notável na comunidade íctica. A abrangência destes impactos excedem os limites da área represada e se estende no tempo por um período superior àquele em que a sua atenuação constitui motivo de preocupação dos administradores e da sociedade. A colonização do novo ambiente, feita a partir das espécies pré-existentes, beneficia espécies de menor porte, alta taxa de crescimento e elevado potencial reprodutivo. A falta de um dimensionamento preciso dos impactos e dos conhecimentos básicos da estrutura e funcionamento do sistema, que poderiam ser obtidos a partir de investigações e monitoramento conduzidos antes e após o represamento, explicam a maioria dos insucessos das medidas mitigadoras implementadas pelas concessionárias hidrelétricas até hoje.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A., JULIO Jr, H.F.; PETRERE Jr, M. (in press). Itaipu reservoir (Brazil) impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REHABILITATION OF INLAND FISHERIES, 10/04/1992. *Proceedings...* Hull, U. K, H. Humberside International Fisheries Institute.
- BENEDITO, E.. *Estrutura da população, reprodução e seletividade amostral de *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829) (Osteichthyes, Siluriformes) no reservatório de Itaipu-PR.* Curitiba/PR: UFPR, 1989, 237p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, 1989.
- BORGHETTI, J.R., AGOSTINHO, A.A., NAKATANI, K. Administração pesqueira no reservatório de Itaipu. In: TUNDISI, J.G., ed. *Limnologia e Manejo de Represas.* São Paulo: USP. (Série Monografias em Limnologia). v.1, t.2, 1988. p.183-212.
- CRAMER, F.K., OLIVIER, R.C. Passing fish through hydraulic turbines. *Trans.American Fisheries Society*, 93:243-259, 1964.

- DEITÓS, C. *Alterações ictiofaunísticas a montante de Guaira após a formação do reservatório de Itaipu*. Maringá/PR: UEM, 1990. 65p. Monografia (Especialização em Ecologia de Água Doce) - Universidade Estadual de Maringá, 1990.
- FUEM-FINEP. *Estudos limnológicos e ictiológicos na planície de inundação do rio Paraná nas imediações do município de Porto Rico - Paraná*. Maringá/PR. Universidade Estadual de Maringá. 1989. 3v. (Relatório).
- FUEM-ITAIPU BINACIONAL. *Ecologia de populações de peixes no reservatório de Itaipu nos primeiros anos de sua formação - 3ª etapa*. Maringá/PR.: Universidade Estadual de Maringá, 1986. 638p. (Relatório).
- FUEM-ITAIPU BINACIONAL. *Ecologia de populações de peixes no reservatório de Itaipu nos primeiros anos de sua formação - 6ª etapa*. Maringá/Paraná: Universidade Estadual de Maringá, 1989. 618p. (Relatório).
- HAHN, N.S. *Alimentação e dinâmica da nutrição da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Pisces.Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná*. Rio Claro/SP: UNESP, 1991. 287p. Tese (Doutoramento em Zoologia) - Universidade Federal de Rio Claro, 1991.
- ITAIPU BINACIONAL. *Ictiofauna. Complementação do Inventário Ictiofaunístico*. São Paulo/SP: CETESB. 1981. 89 p. (Relatório)
- MacDONALD, J.R., HYATT, R.A. Supersaturation of nitrogen in water during passage through HEP turbines at Mactaquac Dam. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, **30**:139-224, 1973.
- PETTS, G.E. *Impounded rivers. Perspectives for ecological management*. Chichester: U.K. Wiley. 1990. 326p.
- SUREHMA-ITAIPU BINACIONAL. *Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de julho/87 a julho/88*. Curitiba/Paraná: Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. 1989. 187p.. (Relatório).
- ZALUMI,S.G. The fish fauna of the lower reaches of the Dnieper: its present composition and some features of its formation under conditions of regulated and reduced river discharge. *Journal of Ichthyology*, **10**:587-596, 1970.
- WELCOMME, R.L. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. London: Longman, 1979. 317p.