

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Eletrobrás 
Centrais Elétricas Brasileiras SA

COMASE

Comitê Coordenador das Atividades de
Meio Ambiente do Setor Elétrico

SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Reuniões Temáticas Preparatórias

CADERNO 1
Fundamentos



Dezembro de 1994

MME
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

ELETROBRÁS
CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.

COMASE
COMITÊ COORDENADOR DAS ATIVIDADES DE MEIO AMBIENTE DO SETOR ELÉTRICO

SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Reuniões Temáticas Preparatórias

Caderno 1 - Fundamentos

Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE

Coordenador do Conselho Diretor:
Mauro Fernando Orofino Campos - ELETROBRÁS

Coordenador da Câmara Técnica:
Antônio Pereira Gomes - CHESF

Secretário:
Antônio Carlos Amaral - ELETROBRÁS

Grupo de trabalho Fauna Aquática:
Carlos Eduardo Torioni - CESP
Carlos Frederico Menezes - ELETROBRÁS
Domingo Rodrigues Fernandez - ITAIPU
Dúlio Diniz de Figueiredo - ELETROSUL
Flávia Pompeu Serran - ELETROBRÁS
Frederico Reichmann Neto - COPEL
Helena São Thiago - FURNAS
Ilidia Martins Juras - ELETRONORTE
Iran de Oliveira Pinto - ELETRONORTE

José Roberto Borghetti - ITAIPU
José Severiano de Oliveira - CHESF
José Tércio Pinheiro - LIGHT
Luiz Benedito Silva - COPEL
Luiz Eduardo Menandro - ELETROBRÁS (Coordenador)
Luiz Carlos Freitas - COPEL
Max Souza - LIGHT
Pedro Umberto Romanini - CESP

Reunião Temática - Fundamentos

Edição do Caderno 1

Coordenação:
José Roberto Borghetti - ITAIPU

Projeto gráfico e revisão:
Assessoria de Comunicação Social
ELETROBRÁS

Relatoria:
Angelo Antônio Agostinho - UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE MARINGÁ

Normatização:
Divisão de Biblioteca e Arquivo
ELETROBRÁS

Apoio administrativo:
Domingo Rodrigues Fernandez - ITAIPU
Julio Souza de Oliveira - ITAIPU
Marinalva de Paula Barbosa - ITAIPU

Digitação:
Darlei Carneiro - ITAIPU
Jorge Pires Coelho - ELETROBRÁS
Maria Eneméria Boing - ITAIPU

Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro; fundamentos, reuniões temáticas preparatórias: caderno 1- Fundamentos, Foz do Iguaçu, 4-5 agosto, 1993 / Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE. - Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1994.

61p.

1. Fauna aquática. 2. Setor elétrico. I. COMASE.
II. ELETROBRÁS.

CDU 591.9

Secretaria do COMASE:
Av. Presidente Vargas, 409 - 8º andar - CEP 20071-003 - Rio de Janeiro - RJ

Pesquisas, Monitoramento e Manejo da Fauna Aquática em Empreendimentos Hidrelétricos ¹

Angelo Antônio Agostinho ²
Universidade Estadual de Maringá
Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura

1. Introdução

A crescente demanda energética e o desenvolvimento tecnológico que permitiu o surgimento do concreto e as facilidades para movimentações de terra levaram a proliferação de grandes represamentos que mudaram a dinâmica de grandes cursos de água, particularmente na bacia do rio Paraná, que responde por aproximadamente 70 % da energia produzida no País (Agostinho, 1993). Os reservatórios hidrelétricos brasileiros, que até o final da década de 80 ocupavam uma área de 23.847 km², deverão alagar mais 13.191 km² até o final deste século (ELETROBRÁS, 1991).

No trecho brasileiro da bacia do rio Paraná, onde os aproveitamentos hidrelétricos são mais numerosos, a maioria dos afluentes de grande porte (Grande, Tietê, Paranapanema, Iguaçu) encontra-se virtualmente represada. O próprio rio Paraná, com uma extensão de 809 km em território brasileiro, terá seu trecho lótico confinado a pouco mais de 200 quilômetros após o fechamento da barragem de Porto Primavera, previsto para 1995 (Agostinho et al., 1993a). O reservatório de Ilha Grande, cuja construção foi suspensa, eliminaria este último segmento.

Um resultado inevitável destes empreendimentos em relação à fauna aquática é a alteração na abundância das espécies animais, com proliferação excessiva de algumas e redução ou mesmo eliminação de outras. O nível do impacto sobre a diversidade biológica relaciona-se principalmente às características da fauna local, à localização da barragem em relação à área de distribuição das populações, à morfometria da bacia (padrões de circulação, profundidade, área), à existência de outros aproveitamentos a montante, ao desenho da barragem e aos procedimentos operacionais da usina.

O fato de as comunidades ícticas na área de influência dos reservatórios serem submetidas a perturbações não cíclicas relacionadas à operação da barragem faz com que a marcante instabilidade na estrutura das comunidades, verificada durante os primeiros anos do represamento, se prolongue com intensidade e por período variáveis, tornando-as gradativamente mais simples. A baixa diversidade ictiofaunística e a reduzida importância da pesca nos reservatórios mais antigos da bacia do rio Paraná são fatos que devem decorrer deste processo (Agostinho, 1991). Apesar da complexidade e variabilidade dos processos vigentes em reservatórios, em grande parte resultante do escasso conhecimento que dispomos acerca do funcionamento de suas comunidades, é possível que, a partir de uma seqüência lógica de investigação, monitoramento e manejo, realizada com objetivos claros e concisos, este quadro possa ser revertido, mitigando o impacto do represamento sobre a diversidade e/ou rendimento da pesca.

¹ Parte do documento "Ecologia e Administração Pesqueira em Reservatórios", em preparação

² Bolsista Pesquisador do CNPq

Neste trabalho são feitas algumas considerações gerais acerca dos impactos produzidos pelos represamentos, avaliados os procedimentos que vêm sendo adotados na sua mitigação e apresentadas algumas alternativas de abordagem do problema.

2. A Ictiofauna das principais bacias hidrográficas brasileiras

a. *Composição da ictiofauna*

A mais rica fauna de peixes do mundo encontra-se nas águas interiores neotropicais. O número de espécies já identificadas para esta região supera a 2400 (Lowe-McConnell, 1987), embora os levantamentos sejam ainda incompletos e não exista consenso sobre o "status" taxonômico de várias espécies. Das grandes bacias hidrográficas brasileiras, a Amazônica, onde os levantamentos são ainda mais incompletos, é a que mais contribui para este total, com mais de 1300 espécies catalogadas (Lowe-McConnell, 1986). A esta, seguem-se a do rio Paraná, com 550 espécies (Bonetto, 1986) e a do São Francisco, com pelo menos 133 (Sato & Godinho, no prelo). Levantamentos realizados por Godinho et al (no prelo) no trecho mineiro do rio Jequitinhonha, um rio da bacia Leste, revelou a presença de pelo menos 42 espécies. A despeito do alto endemismo constatado em algumas sub-bacias (rio Iguaçu, por exemplo), ressalta-se a existência de um número relativamente alto de espécies que são comuns entre duas ou mais destas bacias.

A ictiofauna neotropical apresenta um marcante predomínio de Otophysi, ao contrário das demais regiões zoogeográficas do planeta (exceto Austrália), nas quais o domínio cabe aos ciprinídeos. Entre os demais grupos destacam-se os ciclídeos (100 a 150 espécies), ciprinodontiformes (cerca de 100 espécies), osteoglossídeos (duas espécies) e lepidosirenídeos (uma espécie) (Moyle e Cech, 1988). Cerca de 50 representantes endêmicos de grupos predominantemente marinhos como as raiais (potamotrigonídeos), linguados (soleídeos), sardinhas (clupeídeos), manjubas (engrulídeos), pescadas e curvinas (cianídeos), agulhas (belonídeos), entre outros, complementam esta fauna. Somam-se ainda a estes grupos, várias espécies de peixes marinhos eurihalinos que ascendem em graus variados os grandes cursos de água.

Os Otophysi constituem cerca de 90% da ictiofauna neotropical (Britski, 1992), e compreendem os representantes das ordens Characiformes e Siluriformes, com um leve predomínio dos primeiros em número de espécies, como estimado por Lowe-McConnell (1987) para a bacia Amazônica (53,7%), por Agostinho & Julio Jr (no prelo) para a do Paraná (54,0%) e Sato & Godinho (no prelo) para a do São Francisco (50,6%). As vinte e uma famílias que compõem a ordem Siluriformes são endêmicas à região neotropical, o mesmo ocorrendo com 11 das 12 famílias de Characiformes (Moyle & Cech, 1988). Sínteses recentes sobre a composição específica da ictiofauna e sua distribuição nas principais bacias são apresentadas por Petrere & Agostinho (1993), Agostinho et al (1993b), Sato & Godinho (no prelo), Godinho et al (no prelo), Bazzoli et al. (1991), Lowe-McConnell (1991), Beaumord (1991), Andreatta et al. (1990), Cruz et al. (1990), Barrela (1989), Ferreira et al. (1988), Castro & Arcifa (1987), Merona (1986/87), Caramaschi (1986) e Cemig (1986).

O quadro na página seguinte sumariza as características dos principais biótopos do rio Amazonas e sua fauna associada.

Principais biótopos, suas características físicas e espécies associadas

Bacia Amazônica

Biótopos	Características	Principais Espécies
Leito dos grandes rios	canal principal	<i>Brachyplatystoma</i> , <i>Goslinea</i> , <i>Paulicea</i> , gimnotídeos e caracídeos em trânsito
Lagos	abundância de macrófitas (exceto águas pretas)	<i>Hoplias</i> , <i>Serrasalmus</i> , <i>Astronotus</i> , <i>Chaetobranchius</i> , <i>Satanoperca</i> , <i>Schizodon</i> , <i>Rhytiodus</i>
Igapós	florestas marginais alagadas, alta produtividade e disponibilidade de abrigo	altamente variável
Vegetação flutuante	riqueza de abrigo e alimento	<i>Synbranchus</i> , <i>Gymnotus</i> , <i>Farlowella</i> , <i>Astronotus</i>
Praias	arenosa com alta disponibilidade de alimento bentônico	<i>Geophagus</i> , <i>Satanoperca</i> , <i>Bivibranchia</i> tetragonopteríneos
Igarapés	sombreado e entulhado por troncos, produtividade baixa e fonte alimentar essencialmente alóctone	tetragonopteríneos, cheirodontíneos, <i>Eigenmannia</i> , <i>Aequidens</i> , <i>Crenicichla</i> , <i>Helogenes</i> , <i>Rhamdia</i> , <i>Hoplerythrinus</i> , <i>Erythrinus</i>
Corredeiras	águas lóticadas da região de planalto	<i>Mylesinus</i> , glanídeos, <i>Characidium</i> , <i>Parodon</i> , <i>Sartor</i> , <i>Crenicichla</i> , <i>Synaptolaemus</i>

Bacia do Rio Paraná

Biótopos	Características	Principais Espécies
Lagoas marginais	rasas, fundo lodo-arenoso, macrófitas abundantes, com estratificação diária, baixa diversidade	<i>Loricariichthys</i> , <i>Hoplosternum</i> , <i>Leporinus lacustris</i> , jovens de <i>Prochilodus</i> e outras espécies reofilicas
Canais	drenam a planície de inundação, semi-lóticos	espécies de lagoas, <i>Trachydoras</i> , <i>Iheringichthys</i> , <i>Serrasalmus</i>
Calha do rio Paraná	fundo arenoso ou rochoso, lótico	<i>Paulicea luetkeni</i> , <i>Loricaria</i> , formas adultas das espécies de grande porte
Calha dos grandes afluentes	meandranes (Ivinheima e Iguatemi): com maior diversidade; ou de corredeiras (Piquiri e Iguazu): baixa diversidade	meandranes: Doradídeos, Ageneiosídeos, <i>Schizodon</i> , <i>Hoplias</i> , <i>Rhaphiodon</i> , Achenipterídeos, <i>Pimelodus</i> , <i>Roeboides</i> . corredeiras: <i>Leporinus ambliorhynchus</i> , <i>Schizodon nasutus</i> , <i>Galeocharax kneri</i> , <i>Apareiodon</i> , <i>Myloplus</i>
Riachos	diversificados quanto à extensão, declividade, natureza de fundo, disponibilidade de abrigo, preservação da vegetação	espécies de pequeno porte, Cheirodontídeos, tetragonopteríneos, pequenos Pimelodídeos, Loricarídeos, Trichomycterídeos
Reservatório da UHE Itaipu	mesotrófico, tempo de residência médio de 40 dias, profundidade média de 21 m, fechado em outubro-82	<i>Hypophthalmus edentatus</i> , <i>Achenipterus</i> , <i>Prochilodus</i> , <i>Plagioscion</i> (introduzida), <i>Pterodoras granulosus</i> , formas jovens de <i>Paulicea</i>
Jusante da UHE Itaipu	altas oxigenação e transparência, fundo rochoso, águas turbulentas	Grandes piscívoros, insetívoros e 16 espécies do médio e baixo Paraná e Paraguai

(Fontes: Santos & Ferreira, no prelo e Agostinho & Julio Jr, no prelo)

b. Estratégias de vida

As estratégias ligadas a diferentes funções vitais apresentadas por uma dada espécie constituem respostas às pressões seletivas exercidas pelo ambiente e visam reduzir os custos energéticos com a manutenção do indivíduo, aumentar a eficiência na obtenção de energia e, assim, maximizar a eficiência reprodutiva. O sucesso deste “empreendimento” pode ser aferido pela sua representação na ictiofauna ao longo de gerações (Agostinho, 1993). Nas grandes bacias brasileiras os fatores ambientais com maior relevância, como força seletiva, parecem ser aqueles relacionados ao regime de cheias. Isto pode ser evidenciado pelo elevado sincronismo entre as cheias e os principais eventos do ciclo biológico (maturação gonadal, migração, desova, desenvolvimento inicial das larvas e alevinos) e as relações entre o sucesso no recrutamento de peixes e a época, duração e intensidade das cheias (Agostinho & Julio Jr, no prelo). Observações pessoais, no entanto, evidenciam que o regime de cheias afeta de maneira diferente, e algumas vezes antagônicas, o recrutamento das espécies.

O estado do conhecimento atual permite inferir que, no geral, os peixes neotropicais apresentam elevada sazonalidade reprodutiva, sendo que a maioria desova entre os meses de setembro a abril, especialmente nos meses de novembro, dezembro e janeiro. A sazonalidade reprodutiva em diferentes espécies das bacias amazônica e do Paraná tem sido demonstrada por Vazzoler (1992). Na bacia do rio Paraná, mesmo as espécies cuja desova se estendem pelo inverno, têm seu pico reprodutivo durante a primavera e verão.

Os grandes migradores, geralmente de maior porte e valor econômico, com ovos pequenos e numerosos apresentam desova total e altamente sazonal, reproduzindo-se nas calhas dos principais rios durante o período de aumento do nível do rio. Seus ovos, enquanto se desenvolvem, derivam rio abaixo e são transportados passivamente para as depressões laterais durante o transbordamento da calha. Isto pode ser corroborado pelos estudos de Agostinho et al. (1993b) sobre os movimentos migratórios e estratificação do curimba (*Prochilodus lineatus*) no reservatório de Itaipu e bacia a montante, e de Nakatani et al. (no prelo) sobre a distribuição de ovos e larvas na mesma região, e é amplamente documentado por Godoy (1975) em seus estudos no rio Mogi Guaçu. Nakatani et al. (no prelo) constataram um gradiente longitudinal na densidade de ovos e larvas de peixes a partir da cabeceira de alguns afluentes do rio Paraná, registrando uma relação inversa entre as duas fases de desenvolvimento, sendo os ovos mais abundantes nos trechos superiores e as larvas nos inferiores.

Espécies que não apresentam migração reprodutiva, mais freqüentes em canais e lagoas da planície de inundação, são, geralmente, onívoras ou detritívoras, apresentam adaptações respiratórias e são tolerantes a grandes variações térmicas. Entre estas, estão as que apresentam ovócitos com os maiores diâmetros, têm baixa fecundidade e cuidado parental, construindo ninhos. Em geral, apresentam desova parcelada durante a estação reprodutiva que é longa (Suzuki & Agostinho, 1992). Espécies que apresentam estas estratégias parecem ser mais independentes do regime de cheias e têm sido bem sucedidas na bacia do alto rio Paraná. Isto pode ser evidenciado pela abundância de duas espécies do gênero *Loricariichthys*, cascudos que carregam seus ovos sob o lábio inferior, que dominam as ictiofaunas da planície de inundação do rio Paraná e do reservatório de Itaipu, respectivamente (Fuem-Finep,

1987 e Fiem-Itaipu Binacional, 1989). Outra estratégia que parece bem sucedida, pelo menos em novos ambientes, é a fecundação interna. Assim, entre as 10 espécies mais freqüentes na pesca experimental do reservatório de Itaipu durante os três primeiros anos da sua formação, três têm fecundação interna (*Auchenipterus nuchalis*, *Parauchenipterus galeatus* e *Ageneiosus ucayalensis*). Ressalta-se que, com exceção dos ciprinodontídeos (guarus), este processo reprodutivo é raro entre os teleósteos da bacia.

Grande número de espécies, no entanto, desenvolve curtos deslocamentos e apresenta estratégias intermediárias em relação àquelas aqui descritas.

As comunidades de peixes neotropicais são dominadas, tanto em número de indivíduos como em biomassa, por espécies detritívoras e ictiófagas (Agostinho, 1993). O plâncton, embora importante na alimentação de alevinos de muitas espécies, é utilizado como componente essencial na dieta de formas adultas de um reduzido número delas, entre as quais o mapará (*Hypophthalmus edentatus*), a sardinha (*Triporthus* spp), o acará-prata (*Chaetobranchus* spp) e os jovens de tambaquis e pacus. Algas e microcrustáceos associados ao perifiton, ao "aufwuchs" ou ao bentos têm, por outro lado, papel relevante na alimentação de juvenis e adultos de peixes neotropicais. Ressalta-se, no entanto, que à exceção de detritívoros e planctófagos, que apresentam restrições morfológicas à eurifagia, a maioria das espécies apresenta uma dieta amplamente variada.

c. Os recursos pesqueiros

A despeito da pesca se constituir em importante atividade econômica e em fonte de proteína para a alimentação humana em várias regiões do País e, portanto, requerer um gerenciamento para que possa se sustentar como tal, a escassez de informações fidedignas não permite uma avaliação do recurso e a tomada de medidas racionais de manejo. Petrere (1985) discute esta carência de dados e as dificuldades em obtê-los na Amazônia, em função da inexistência de infra-estrutura básica. Welcomme (1990) relata que, caracteristicamente, os dados sobre a exploração pesqueira são extremamente pobres tanto em qualidade quanto em quantidade. As informações disponíveis sobre os desembarques são incompletas e intermitentes e foram obtidas com metodologias variadas e muitas vezes não confiáveis, fatos que tornam impraticáveis avaliações do "status" dos recursos e comparações espaciais e temporais da atividade pesqueira.

A situação da pesca na bacia Amazônica tem sido, no entanto, analisada por diversos autores. Merona (1990) a caracteriza como dotada de grande heterogeneidade espacial e temporal, elevada diversidade específica e alto rendimento. Santos & Ferreira (no prelo) classificam a pesca nesta região em cinco categorias, ou seja:

- pescaria comercial - realizada num raio entre 100 e 1000 km a partir de grandes centros urbanos, sendo os produtos conservados em gelo e comercializados em feiras e mercados destes centros. O rendimento por este tipo de pesca alcança cerca de 45.000 t/ano (Santos, 1986/87);
- pescaria de subsistência - pesca artesanal e difusa praticada pelos moradores ribeirinhos, sendo o produto destinado ao próprio consumo. Bayley & Petrere (1989) estimam que ela seria responsável por cerca de 60% da produção total da Amazônia;

- pescaria industrial - incide sobre a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e se restringe à foz do rio Amazonas e o pescado destina-se à exportação para o sul do País ou para o exterior. Bayley e Petrere (1989) estimam o rendimento desta pesca em 28.000 t/ano;
- pescaria em reservatórios - realizada essencialmente por pescadores itinerantes nos primeiros anos da formação dos reservatórios (Tucuruí, Balbina, Samuel, entre outras). A pesca tem uma composição específica variável, especialmente no início da exploração, sendo, gradativamente, dominada pelo tucunaré (*Cichla monoculus*). Seu rendimento na UHE de Samuel foi estimado em 300 t no ano de 1992;
- pescaria de peixes ornamentais - exercida principalmente na bacia do rio Negro, sendo os exemplares destinados essencialmente à exportação (Estados Unidos, Alemanha e Japão). O rendimento é avaliado em cerca de 15 a 20 milhões de exemplares/ano com marcante predomínio do cardinal tetra (*Paracheirodon axelrodi*).

O acompanhamento da pesca comercial realizada a partir de Manaus revela que esta incide sobre um grande número de espécies que só não é maior em função das preferências do mercado e limitações na preservação para algumas delas (Bayley e Petrere, 1989). A captura realizada nas proximidades de Manaus é composta principalmente pela curvina (*Plagioscion squamosissimus*) e grandes ciclídeos, especialmente tucunarés, quando procedentes dos lagos de planície (Petrere, 1978a; 1978b) e de proquilodontídeos (*Semaprochilodus* e *Prochilodus*), curimatídeos, anostomídeos e hemiodontídeos, quando a pesca é feita em canais e rios (Bayley & Petrere, 1989). Nas pescarias realizadas em pontos mais distantes de Manaus, Petrere (1982) registrou o predomínio do tambaqui *Colossoma macropomum*.

Avaliações do "status" dos recursos pesqueiros da Amazônia os têm considerado, como um todo, sub-explotados (Bayley, 1981; Petrere, 1983; Welcome, 1990), porém com riscos localizados ou específicos. Bayley & Petrere (1989) relatam o declínio de espécies de maior porte em áreas próximas aos maiores centros urbanos. A depleção dos estoques de algumas espécies desembarcadas em Manaus é demonstrada por Bittencourt (1991), para quem a pesca nesta região já está sendo operada próximo ao nível de produção máxima sustentável. Bayley & Petrere (1989) acreditam que a extinção de espécies, mesmo em condições de sobrepesca, será improvável caso as condições ambientais sejam mantidas.

A crescente ocupação antrópica da Amazônia vem, no entanto, colocando em risco os estoques e o rendimento pesqueiro. De acordo com Santos & Ferreira (no prelo), as perturbações ambientais decorrentes desta ocupação relacionam-se à construção de barragens, garimpagem e desmatamento.

Na bacia do rio Paraná, onde os dados sobre a atividade pesqueira são recentes e tomados de maneira intermitente, a composição do pescado e as artes de pesca empregadas mostram, também, uma notável heterogeneidade espacial e temporal. Assim, nos trechos ainda livres da bacia, o pescado é composto principalmente por espécies migradoras de maior porte como o pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, dourado *Salminus maxillosus*, barbado *Pinirampu pirinampu*, piaparas *Leporinus elongatus* e *Leporinus obtusidens*, mandi *Pimelodus maculatus* e, mais recentemente, o armado *Pterodoras granulosus* (Petrere & Agostinho,

1993), com amplo domínio dos dois primeiros. Já nos reservatórios dos trechos superiores a pesca é dominada pela curvina *Plagioscion squamosissimus*, mandís *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus*, curimbas *Prochilodus lineatus*, pequenos caracídeos *Astyanax* spp, *Moenkhausia intermedia* e traíra *Hoplias malabaricus* (Torloni et al., 1991; Correa et al., 1993; Carvalho Jr et al., 1993a,b, Moreira et al., 1993). No reservatório de Itaipu, onde a pesca vem sendo monitorada desde 1987, os desembarques são compostos por cerca de 50 espécies, das quais cinco contribuem com 78% do rendimento anual (1.600 tons). São elas a sardela (25%), corimba (19%), curvina (16%), armado (14%) e cascudo preto *Rhinelepis aspera* (4%) (Agostinho et al., 1993b). Ressalta-se que, com exceção da primeira, estas espécies deixam o reservatório para a desova, sendo que três delas reproduzem-se em trechos superiores da bacia (corimba, armado, cascudo preto).

Para os trechos livres do rio Paraná, dotado de uma ampla planície de inundação em sua margem direita, Petreire & Agostinho (1993) identificam três modalidades de pesca, ou seja, (a) pesca artesanal realizada por pescadores residentes em pequenas cidades ao longo do rio e destinado ao consumo regional; (b) pesca esportiva desenvolvida por moradores dos maiores centros urbanos da região; (c) pesca de subsistência, realizada por pequenos agricultores e trabalhadores volantes que habitam as inúmeras ilhas do rio Paraná ou pequenos povoados as suas margens.

Os dados de rendimento pesqueiro e composição do pescado, embora insuficientes para uma análise detalhada do estado de conservação dos recursos no trecho brasileiro da bacia do rio Paraná, permitem evidenciar que (a) as grandes espécies migradoras, tidas como "nobres" na pesca comercial, têm seus estoques depauperados nos segmentos superiores da bacia; (b) reservatórios dotados de trechos livres a montante e ou com grandes tributários laterais, mantêm um estoque explotável de espécies migratórias de médio porte; (c) os trechos livres da bacia comportam ainda estoques consideráveis de grandes migradores. Alterações no habitat provocadas pelos represamentos, aliadas a práticas agrícolas inadequadas, desmatamento e poluição das águas pelos grandes centros urbanos e industriais instalados nos segmentos superiores, sem dúvida, são os fatores que contribuem para o empobrecimento da ictiofauna desta bacia.

O quadro a seguir relaciona as espécies que se supõem mais vulneráveis à ação antrópica na bacia do rio Paraná, particularmente em relação aos represamentos. Elaborada a partir de dados da pesca experimental conduzida mensalmente pelo NUPÉLIA/UEM no trecho da bacia entre os rios Paranapanema e Iguaçu durante o período de dois anos em 23 áreas de amostragem, esta listagem é baseada nos requerimentos de ambientes reofílicos durante pelo menos uma fase do ciclo de vida e na abundância na pesca experimental. Assim, a coluna 1 refere-se a espécies com hábito migratório ou reofílico e a coluna 2 a espécies cujas capturas foram esporádicas na pesca experimental.

Na bacia do alto rio Paraguai, onde a pesca profissional e esportiva são tradicionais e incidem essencialmente sobre grandes migradores (cachara *Pseudoplatystoma fasciatus*, pintado *P.corruscans*, pacu *Piaractus*

Espécies de peixes do rio Paranamais vulneráveis  a a o antrópica

Espécies	1	2
<i>Brycon orbignyanus</i> - piracanjuba	X	
<i>Salminus hilarii</i> - tabarana	X	X
<i>Salminus maxillosus</i> - dourado	X	
<i>Mylopius levis</i> - pacu prata	X	X
<i>Mylossoma orbignyanus</i> - pacu prata	X	X
<i>Piaractus mesopotamicus</i> - pacu	X	X
<i>Leporinus ambliorhynchus</i> - piau	X	X
<i>Leporinus elongatus</i> - piapara	X	
<i>Leporinus obtusidens</i> - piavussu	X	
<i>Leporinus octofasciatus</i> - ferreirinha	X	
<i>Leporinus striatus</i> - canivete	X	X
<i>Parodon tortuosus</i> - canivete	X	X
<i>Prochilodus lineatus</i> - curimba	X	
<i>Sternopygus macrurus</i> - espada		X
<i>Apteronotus albifrons</i> - itui		X
<i>Sternarchorhynchus</i> sp - itui-cavalo	X	X
<i>Pterodoras granulosus</i> - armado	X	
<i>Tatia neivae</i> - bagrinho		X
<i>Trachelyopterus coriaceus</i> - cangati		X
<i>Ageneiosus brevifilis</i> - manduve	X	
<i>Pseudocetopsis gobioides</i> - candiru		X
<i>Megalonema platanus</i> - pati		X
<i>Paulicea luetkeni</i> - jau	X	
<i>Pimelodus ornatus</i> - mandi		X
<i>Pseudopimelodus zungaro</i> - bagre sapo	X	
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> - pintado	X	
<i>Steindachneridion</i> sp - manjolo	X	X
<i>Loricaria prolixa</i> - cascudo chinelo	X	X
<i>Rhinelepis aspera</i> - cascudo preto	X	

mesopotamicus e curimba *Prochilodus lineatus*), a composição específica do pescado e o rendimento da pesca mostram acentuadas variaoes sazonais (Ferraz de Lima, 1993). Metade da produção da pesca  exportada para outras regiões, principalmente para o Estado de São Paulo; os desembarques foram estimados em 7505 t para o ano de 1983 (Petreire & Agostinho, 1993). Silva (1986) acredita, no entanto, que a pesca clandestina no Mato Grosso do Sul deva alcançar cerca de 50% dos desembarques oficiais. Nesta bacia, a manutenção da integridade da fauna e dos recursos pesqueiros vem sendo ameaçada pelas atividades de garimpagem, desmatamento e pela introdução do tucunaré *Cichla ocellaris* a partir da piscicultura. Ferraz de Lima (1993) acredita que a atividade pesqueira possa estar também comprometendo os estoques nesta bacia.

A pesca na bacia do São Francisco foi exercida no ano de 1985 por aproximadamente 26.000 pescadores, segundo estimativas da Planvasf (1989), sendo que cerca de 8% deles atuavam na represa de Sobradinho. A produção de pescado para este período foi estimada em 26.100 t (Sato & Godinho, no prelo). Nos trechos livres da bacia, as espécies dominantes nas pescarias so as migradoras de grande porte, como o pintado *P.corruscans*, curimata *Prochilodus marginatus*, dourado *Salminus*

brasilensis (Sato & Godinho, no prelo). Embora com certa importância no reservatório de Sobradinho, as espécies migradoras, com exceção do curimatã, são inexpressivas na pesca do reservatório de Três Marias, onde dominam espécies sedentárias de porte médio e de menor valor comercial.

A bacia do São Francisco conta com 11 represamentos e tem uma área alagada que corresponde a cerca de 23,3% da área represada no País (Planvasf, 1989; Sato & Godinho, no prelo), sendo este quadro relevante ao se considerar o estado de conservação da ictiofauna nesta bacia, particularmente em relação aos estoques das espécies reofilicas.

3. Impactos de represamentos sobre a fauna aquática

Os impactos negativos produzidos pelos reservatórios sobre as comunidades aquáticas, particularmente sobre os peixes, devem ser analisados, segundo Agostinho et al. (1992), em suas dimensões temporais e espaciais. No primeiro caso, deve-se considerar que as modificações impostas pela alteração na dinâmica da água podem se manifestar de maneira abrupta quando limiares de tolerância de determinadas espécies são excedidos ou limiares críticos de competição ou predação são transpostos, ou de forma gradativa quando resultantes de interações de processos biológicos, físicos e químicos que geralmente se manifestam de maneira gradual. Os impactos agudos têm maiores facilidades de previsão e detecção, ao contrário dos crônicos, para cuja detecção é necessário o monitoramento das comunidades. Nas abordagens espaciais enfatiza-se a necessidade de se analisar o impacto e implementar as medidas mitigadoras nos segmentos a montante, a jusante e no corpo do reservatório.

Uma síntese dos impactos potenciais dos represamentos sobre a ictiofauna é apresentada no quadro a seguir, tendo por base Agostinho et al. (1992):

As características da bacia hidrográfica (topografia, geologia, ocupação antrópica, vazão, etc.), do empreendimento (localização, área, profundidade, circulação da água, desenho da barragem, procedimentos operacionais, etc.) e da ictiofauna (estrutura trófica, estratégias reprodutivas, migrações, etc.) determinam a natureza dos impactos sobre as espécies de peixes e sua intensidade.

A avaliação prévia, precisa e abrangente, dos impactos de represamentos sobre a ictiofauna é uma tarefa difícil, se não impossível. Isto é devido não apenas à complexidade resultante do grande número de variáveis envolvidas, mas também ao escasso conhecimento que se dispõe sobre a biologia das espécies, suas relações em comunidade e requerimentos abióticos. Ressalta-se, entretanto, que as avaliações destes impactos realizadas como cumprimento de exigências legais estão, no geral, aquém do possível. Carecem de maior abrangência em suas dimensões temporais e espaciais e são, geralmente, imprecisas. A insuficiência de recursos alocados para os EIA/RIMA, as restrições de tempo para a sua execução, a ausência ou insuficiência de informações específicas obtidas na área do empreendimento, a escassez de recursos humanos qualificados para executá-lo e a reduzida participação popular nas audiências públicas e da comunidade científica em sua análise são alguns dos fatores que contribuem para esta situação. É oportuno destacar, no entanto, que este instrumento ao expor a debilidade do conhecimento ecológico atual na solução dos problemas ambientais, vem causando um impacto positivo no meio acadêmico, particularmente

no redirecionamento das pesquisas para solução de problemas ambientais e na geração de novos conhecimentos. As oportunidades ensejadas pelos recursos financeiros disponíveis para a implementação dos levantamentos e monitoramentos em reservatórios hidrelétricos previstos nos EIA/RIMA, particularmente nas regiões sul e sudeste, onde estes instrumentos são mais efetivos, são favoráveis ao desenvolvimento científico e tecnológico na área.

Impactos potenciais dos represamentos sobre a Ictiofauna

Impactos no corpo do reservatório

Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
redução das áreas sazonalmente alagáveis	redução nas áreas de desenvolvimento inicial	redução dos estoques
alterações na dinâmica da água	mudanças nos atributos físicos, químicos e biológicos	proliferação de espécies rústicas, geralmente de menor valor comercial extinção local de espécies estritamente reofilicas
estratificação térmica e química	depleção do oxigênio	fuga ou eventualmente mortandade de peixes
	desestratificação	eventual mortandade de peixes
alta eutrofização	deterioração da qualidade da água	mortandade de peixes
assoreamento	restrições à comunidade bentônica	restrições à alimentação de espécies bentófagas
instabilidade de nível e ação erosiva das ondas	restrições a instalação de uma comunidade vegetal e animal	restrições de abrigo e disponibilidade alimentar para espécies forrageiras e formas jovens
		restrições à desova para algumas espécies
redução na relação área terrestre: área aquática	menor disponibilidade de alimentos alóctones	redução nos estoques de espécies frugívoras ou que dependam de suprimento alimentar alóctone

Impactos a Montante

Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
afogamento de quedas de água	eliminação de barreiras naturais à dispersão	introdução de espécies nos segmentos a montante, com os impactos decorrentes
ampliação da área lacustre na bacia	proliferação de espécies rústicas de menor interesse à pesca	dispersão para os trechos a montante, reduzindo o interesse à pesca

Impactos potenciais dos represamentos sobre a Ictiofauna

Impactos a jusante

Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
regulação e redução da vazão	reduções na área alagável pela atenuação dos picos de cheia e perda de vazão	redução dos estoques que dependem da planície alagável para o desenvolvimento inicial
	retardamento do pico de cheias	redução dos estoques pela elevação da mortalidade ou sucesso parcial da desova de espécies com ciclo sincronizado às cheias
retenção de sólidos em suspensão	maior capacidade carreadora da água evertida e alterações morfológicas e granulométricas no canal	alterações no habitat relacionadas a abrigo, desova e a disponibilidade de alimento bentônico (PETTS, 1984)
	maior transparência da água	incremento na mortalidade de jovens por predação
queda da água no vertedouro ou pressão de turbinas	super-saturação gasosa nas áreas adjacentes à barragem	mortalidade por embolia gasosa (Petts, 1984)
	turbulência hidráulica ou pressão elevadas	mortandade de peixes incremento na densidade de predadores, atraídos por peixes feridos
atração hidráulica de peixes pelo canal de sucção durante as operações de manutenção de turbinas	concentração de peixes sob condições de oxigênio em depleção	mortandade de peixes por asfixia
reduções súbitas da vazão a jusante para o enchimento do reservatório ou atender picos de demanda energética	exposição do leito do rio	mortandade por asfixia, temperatura ou dessecação
interceptação do rio pela barragem	inacessibilidade dos peixes a sua área de reprodução e ou alimentação	redução do estoque, com possível inviabilidade da espécie
	concentração de peixes nas proximidades da barragem	aumento nos níveis de predação, inclusive pelo homem

4. Mitigação de impactos e manejo dos recursos aquáticos

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, feito com base em levantamentos prévios, e o acompanhamento dos fatos que ocorrem na bacia, são imprescindíveis. Neste caso, as medidas devem ser implementadas dentro do contexto do manejo do reservatório e da bacia hidrográfica.

Em países desenvolvidos, onde o conhecimento dos recursos é, no geral, detalhado, o planejamento das ações mitigadoras de impactos de um dado represamento sobre os recursos aquáticos pode prescindir de estudos básicos, bastando informações resultantes de levantamentos localizados e do subsequente monitoramento. Na região neotropical, no entanto, a carência destas informações requer estudos básicos intensivos e abrangentes, tanto na dimensão espacial como temporal. Estas informações é que indicarão a natureza da ação, bem como onde e quando esta deve ser implementada.

Até há pouco tempo as ações destinadas a minimizar os impactos de represamentos sobre a ictiofauna no Brasil foram, no geral, marcadas por notáveis equívocos, sendo na maioria dos casos ineficazes ou passíveis de levar a impactos ainda maiores. Isto decorreu essencialmente do fato destas ações não estarem inseridas em um planejamento global de manejo, com objetivos precisos e claros e embasadas no conhecimento do sistema. As discussões de medidas mitigadoras de impactos se restringiam à construção de estações de piscicultura ou a facilidades de transposição de peixes para trechos a montante da barragem, especialmente escadas, sendo estas instalações encaradas como um fim em si e não como instrumento para operacionalizar o manejo. As espetaculares introduções de espécies exóticas na bacia do rio Paraná e a ineficiência das poucas escadas construídas atestam este equívoco.

Nos reservatórios brasileiros, as medidas de manejo propriamente ditas são ainda esporádicas e restritas às tentativas de controle da atividade pesqueira e à estocagem de espécies exóticas e espécies nativas.

O controle da pesca, realizado com o propósito de proteger as formas jovens e a reprodução, tem se mostrado pouco eficiente. As razões desta situação deve-se a (1) escassez de informações acerca dos recursos pesqueiros e de monitoramento da pesca; (2) definição clara do que se pretende proteger; (3) limitações financeiras e humanas para efetivar o controle. A tomada de consciência pelo Setor Elétrico de que os represamentos elevaram os custos deste controle e sua maior participação na ação fiscalizadora, a uniformização dos documentos legais nas diferentes unidades da federação que versam sobre a mesma bacia, uma maior participação dos institutos de pesquisa e universidades na obtenção de informações e na elaboração destes documentos, são procedimentos que, sem dúvida, tornariam mais eficientes este controle.

A estocagem, realizada com o propósito de viabilizar a atividade pesqueira prejudicada pela redução nos estoques de espécies comercialmente valiosas, marcou a ação das concessionárias hidrelétricas, principalmente nas bacias dos rios Paraná, São Francisco e Leste. Neste sentido, foi

decisiva a contratação de profissionais com atuação na área de piscicultura para elaborar e executar projetos de restauração da pesca. Na carência de técnicas para a produção de alevinos de espécies nativas e no bojo do pragmatismo de que a produção nos reservatórios não poderia esperar os resultados do desenvolvimento destas técnicas, que é lento e dispendioso, grandes somas de recursos foram aplicadas na construção de estações de piscicultura e na manutenção das equipes para operacionalizá-las. As dificuldades técnicas para o manejo de espécies nativas, devido a 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. Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, mais de uma dezena de espécies oriundas de outras bacias e continentes, algumas com um estágio nas estações de piscicultura do Nordeste, foram disseminadas na bacia. Na maioria das introduções, os espécimes liberados jamais foram capturados, o que obviamente significa equívoco na alocação de esforços e recursos. No geral, as estocagens de espécies exóticas, como sumarizado no quadro seguinte, podem ser assim avaliadas:

- I. uma espécie (curvina *Plagioscion squamosissimus*) foi muito bem sucedida na bacia, ocupando todos os ambientes e posicionando-se entre as três mais capturadas na pesca dos maiores reservatórios. Ressalta-se que seu impacto sobre os estoques das demais espécies não é conhecido. Hahn (1991), analisando a dieta desta espécie no reservatório de Itaipu e planície alagável do rio Paraná a montante, relata que ela preda mais de 50 espécies nativas, especialmente suas formas jovens;
- II. algumas espécies, embora massivamente introduzidas em vários reservatórios, obtiveram sucesso apenas localizado. Este é o caso das tilápias, do tucunaré *Cichla monoculus* e do trairão *Hoplias lacerdae* em certos reservatórios do trecho superior da bacia. Também neste caso não existem evidências de que a opção da estocagem, mesmo onde foram bem sucedidas, tenha sido vantajosa em relação à ausência de ação;
- III. a maioria das espécies, mesmo com repetidas tentativas, não se instalou nos ambientes de introdução, sendo que muitas jamais foram capturadas em suas formas adultas na bacia.

Espécies introduzidas com algum sucesso na bacia do rio Paraná

Espécies	Origem	Distribuição	Abundância
<i>Plagioscion squamosissimus</i> - curvina	bacia amazônica	1-2-3-4	+++
<i>Cichla monoculus</i> - tucunaré	bacia amazônica	2-4	++
<i>Tilapia rendalli</i> - tilápia	Africa	2-3-5	++
<i>Oreochromis niloticus</i> - tilápia	Africa	2-5	+
<i>Astronotus ocellatus</i> - apaiari	bacia amazônica	2-3	+
<i>Colossoma macropomum</i> - tambaqui	bacia amazônica	2-3	+
<i>Hoplias lacerdae</i> - trairão	bacia Leste (?)	2-3	+
<i>Triportheus angulatus</i> - sardinha	bacia do Paraguai	2-5	+
<i>Leporinus macrocephalus</i> - piava	bacia do Paraguai	1-5	+
<i>Cyprinus carpio</i> - carpa	Ásia	2-3	+

Distribuição: 1=canal do rio Paraná; 2=reservatórios; 3=principais tributários do rio Paraná;
4=lagos e canais da planície de inundação; 5=rachos

Os principais fatores determinantes da extinção de espécies por ações antrópicas são as modificações de habitat, a exploração do recurso e as introduções de espécies exóticas (Enger et al., 1989). Considerando-se que apenas a exploração industrial da pesca, incipiente nas águas interiores brasileiras, é relevante neste sentido e que a poluição tem impactos apenas localizados, está implícito que coube ao Setor Elétrico grande parte da responsabilidade pela redução dos estoques e eventual extinção de espécie de peixes nos segmentos represados das bacias hidrográficas brasileiras. Conclui-se também, que, do ponto de vista puramente conservacionista, houve uma situação paradoxal ao se tentar minimizar os impactos dos represamentos com a estocagem de espécies exóticas. É oportuno salientar que as ações de estocagem se configuraram, no âmbito das concessionárias, como meio de instrumentalizar a pesca e foram, na prática, incentivadas, e mesmo exigidas, por órgãos governamentais que tinham, por instrumentos legais, obrigação de exigir a mitigação do impacto.

A tomada de consciência do equívoco permitiu o gradativo redirecionamento das ações nesta modalidade de manejo pelo setor, passando as estocagens a serem feitas com espécies nativas de cada bacia. Para tanto, técnicas de reprodução para diversas destas espécies foram desenvolvidas. Algumas dificuldades na implementação dos repovoa-mentos não foram, entretanto, superadas, podendo ter levado ao insucesso os empreendimentos até agora realizados. Entre as dificuldades fundamentais destacam-se: 1 - as relacionadas ao desconhecimento da biologia e autoecologia das espécies e das características do meio abiótico e meio biótico receptor - *que espécie deve ser estocada e em que quantidade? por quê o estoque da espécie considerada é baixo? onde, quando e em que tamanho proceder a estocagem? qual a viabilidade reprodutiva que os indivíduos estocados terão no ambiente? qual o impacto genético decorrente do endo e exocruzamento?*; 2 - as inerentes ao empreendimento - *como aferir o sucesso do empreendimento?*

Nos últimos anos, a maioria das concessionárias hidrelétricas passou a priorizar as investigações limnológicas e ictológicas de seus reservatórios, utilizando-se para isto da infra-estrutura instalada e de um maior intercâmbio com universidades e institutos de pesquisa. Esta tendência promissora deverá ter um impacto positivo sobre o gerenciamento dos recursos aquáticos, fornecendo os subsídios para definir quais, como, quando e onde as medidas de manejo devem ser implementadas (Agostinho, 1992), bem como permitindo que estas sejam tomadas no contexto de um planejamento global.

5. Ações na administração dos recursos aquáticos

A atuação dos órgãos relacionados ao gerenciamento ou controle dos recursos ambientais no Brasil, com algumas notáveis exceções, tem sido pouco eficaz. A análise das causas desta situação é complexa. Alguns fatores podem, no entanto, ser enumerados, entre eles (1) a ausência ou precariedade do planejamento; (2) a escassez de recursos humanos com uma visão sistêmica do ambiente; (3) a precariedade das informações sobre os componentes do sistema (biótico, abiótico e sócio-econômico); (4) o predomínio do componente político, nem sempre legítimo, sobre o técnico, nas diretrizes dos órgãos; (5) a falta de continuidade dos programas; (6) a irresponsabilidade ética no uso do bem comum.

Este quadro, embora com alguma melhoria nos últimos anos, não é diferente no Setor Elétrico e sua mudança requer a participação de todos

os segmentos com atuação na área e uma grande vontade política dos administradores. A escassez de recursos nos setores de meio ambiente, decorrente de alguns dos fatores enumerados, pode ser uma das causas da baixa eficiência, mas ela impõe também maior relevância no uso do recurso disponível e na mudança deste quadro.

O planejamento com suficiente abrangência espacial e temporal é necessário, sendo sua eficácia proporcional ao conhecimento que se dispõe do sistema. Deve contemplar ações de monitoramento e de manejo estabelecidas de maneira clara, concisa e viável.

a. monitoramento

O termo "monitoramento" tem sido empregado de maneira muito imprecisa, descrevendo atividades que se confundem com levantamentos detalhados das condições ambientais, do "status" de populações ou comunidades ou mesmo com uma série de amostragens para se obter uma idéia do ambiente de interesse. Embora estes conhecimentos sejam importantes para a administração pesqueira, eles devem preceder o programa de monitoramento. Uma definição mais clara do que seja monitoramento não é meramente uma questão de semântica: é fundamental para o delineamento de sua estratégia (Goldsmith, 1991) e, portanto, para sua eficácia.

O monitoramento consiste num conjunto de levantamentos conduzidos com o objetivo de se avaliar o grau de variabilidade apresentado por determinada população ou comunidade em relação a um modelo ou padrão pré-determinado (ex.: produção secundária, tamanho populacional, rendimento pesqueiro, relação de espécies, diversidade, etc.). Está implícito, portanto, que este deve ser elaborado com base em informações prévias sobre o assunto a ser monitorado e não constitui um fim em si mesmo.

Um programa de monitoramento pode ser implantado por razões diversas, mas geralmente atende o propósito de (1) avaliar a eficácia de uma medida de manejo (ex.: repovoamento, fiscalização, controle de macrófitas); (2) identificar situações de uso incorreto da bacia ou da exploração de recursos naturais (ex: limiares críticos de poluição, depleção de estoques pela pesca); (3) detectar alterações incipientes resultantes de interações complexas no ecossistema ou de natureza estocástica (ex.: alterações resultantes de secas prolongadas, epidemias, quedas não cíclicas de temperatura etc.).

Durante a elaboração de um programa de monitoramento é essencial que se tenha claro o seu propósito (qual o objetivo do monitoramento?), método (como pode este objetivo ser alcançado?), análise (como serão manipulados os dados coletados periodicamente?), interpretação (o que os dados devem significar?) e conclusão (quando os objetivos serão alcançados?).

b. manejo

A prática do manejo da fauna aquática consiste na implementação de medidas sobre o sistema visando otimizá-lo conforme um dado objetivo. É uma atividade que lida essencialmente com os processos de escassez e abundância de indivíduos nos diferentes níveis de organização do sistema ecológico. Pode ser implementada no sentido de preservar a diversidade biológica e/ou sustentar uma exploração econômica. No

primeiro caso, o manejo é dirigido à manutenção de populações acima de limiares demográficos e genéticos que são críticos à reprodução e aos processos evolutivos necessários as suas existências a longo prazo. No segundo, o manejo é realizado para permitir um alto rendimento sustentável de uma ou algumas espécies, sendo implementado através de medidas que incrementem a taxa de recrutamento (melhoria das condições de reprodução e de sobrevivência de formas jovens), elevação da capacidade biogênica do ambiente, redução na mortalidade natural e controle da pesca.

Em reservatório hidrelétrico, onde os impactos negativos sobre a diversidade biológica são decorrências inevitáveis de sua formação, o manejo, por uma questão ética, não deve ser calcado apenas no incremento da produção pesqueira. Sua administração deve ter compromissos com a recomposição e manutenção da diversidade (Agostinho, 1992).

Um amplo conhecimento do sistema a ser manejado, que na pesca inclui o peixe, outros organismos, o ambiente e as pessoas envolvidas na pesca, é imprescindível para o sucesso do manejo. Para o manejo dos recursos pesqueiros, as informações básicas requeridas incluem as sócio-econômicas. Medidas baseadas apenas em informações biológicas podem ser inócuas se, por exemplo, por motivos políticos ou econômicos, a pesca não for controlada. Por outro lado, programas de manejo dirigidos conforme interesses econômicos ou políticos podem resultar em fracasso se as limitações biológicas forem ignoradas. Outro aspecto digno de destaque é a abrangência espacial das informações requeridas ao manejo. Assim, pelo fato de os reservatórios se constituírem em pontos de convergência das ações antrópicas em seu entorno e no segmento da bacia a montante, faz-se necessário que os conhecimentos disponíveis para um bom manejo extrapolem os limites do ambiente represado (Agostinho, 1992).

Para o manejo pesqueiro de reservatórios não existem regras definidas, sendo estas determinadas em função das metas estabelecidas no planejamento global e pelas conveniências e restrições inferidas do conhecimento do sistema. As técnicas de manejo podem, no entanto, ser agrupadas em três categorias principais, ou seja (1) manipulação das populações; (2) manipulação do habitat; (3) controle da pesca. O quadro anexo, baseado em Agostinho (1992), descreve resumidamente algumas modalidades destas técnicas.

No cotidiano da administração pesqueira em reservatórios muitas outras oportunidades de manejo podem se apresentar e, em função da diversidade de condições destes ambientes, é impossível discutí-las num espaço tão restrito. Destaca-se, entretanto, que estas e outras medidas devem ser tomadas na dimensão e no momento apropriado.

6. Conclusões

As alterações na composição dos recursos aquáticos e a extinção localizada de alguns elementos da ictiofauna são fenômenos inerentes a qualquer represamento. Sua mitigação e as ações de manejo implementadas para a instalação ou restauração de uma pesca produtiva e sustentável têm sido pouco eficientes e, em alguns casos, potencialmente geradoras de novos impactos.

- BAYLEY, P.B.; PETRERE Jr, M. (1989). Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. In.: DODGE, D.P. (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, p. 385-398.
- BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; CHIARINI-GARCIA, H.; FERREIRA, R. M. A. (1991). Ichthyofauna of the Paranaíba river in the area to be flooded by the Bocaina reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Ciência e Cultura*, 43(6): 451-453.
- BEAUMORD, A.C. (1991). *As comunidades de peixes do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT: Uma abordagem ecológica numérica*. Tese de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
- BITTENCOURT, M.M. (1991). Exploração dos recursos pesqueiros na Amazônia Central: Situação do conhecimento atual. In: VAL, A.L., FIGLIUOLO, R. e FELDBERG, E. (eds). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Vol.1. INPA, Manaus, Amazonas: 321-325.
- BONETTO, A.A. (1986). The Paraná River System. In: Davies, B.R. and Walker, K.F. (eds.) *The ecology of river systems*. The Netherlands, Dr. Junk Publ., 541-556.
- BRITSKI, H.A. (1992). Conhecimento atual das relações filogenéticas de peixes neotropicais. In: AGOSTINHO, A.A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. (eds.) *Situação Atual de Perspectivas da Ictiologia no Brasil*. Maringá, PR. Editora da Universidade Estadual de Maringá. p.42-58.
- CARAMASCHI, E.P. (1986). Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Parapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos. 245p.
- CARVALHO, Jr., A.A.; SANTOS, J.J.; DEUS, E.F.; TORLONI, C.E.C (1993a). Produção pesqueira e composição das capturas no reservatório da UHE Souza Dias (Jupia), CESP, São Paulo. *Resumos do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*, USP, São Paulo, p.110.
- CARVALHO, Jr., A.A.; SANTOS, J.J.; GONÇALVES, J.L.; TORLONI, C.E.C (1993b). Produção pesqueira e composição das capturas no reservatório da UHE Barra Bonita CESP, São Paulo. *Resumos do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*, USP, São Paulo, p.105.
- CASTRO, R. M. C.; ARCIFA, M. S. (1987). Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Biol*, 47(4): 493-500.
- CEMIG (1986). Identificação das principais espécies de peixes do reservatório da UHE Volta Grande. Relatório preliminar. 26p.
- CORREA, A.R.A.; SANTOS, J.J.; FERREIRA, A.S.; TORLONI, C.E.C. (1993). Produção pesqueira e composição das capturas na UHE José Ermírio de Moraes (Água Vermelha), CESP, São Paulo. *Resumos do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*, USP, São Paulo, p.109.
- CRUZ, J.A. MOREIRA, J.A.; VERANI, J.R. , GIRARDI, L. & TORLONI, C.E.C. (1990). Levantamento da ictiofauna e aspectos da dinâmica de população de algumas espécies do reservatório de Promissão, S.P. (1ª etapa). São Paulo, Companhia Energética de São Paulo/ Universidade Federal de São Carlos. Série Pesquisa e Desenvolvimento, (52):1-78.
- ELETOBRÁS (1991). *Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993*. Rio de Janeiro, Centrais Elétricas Brasileiras. 2v., 284p.
- ENGER, E.D.; KORMELINK, J.R.; SMITH, B.F.; SMITH, R.J. (1989). *Environmental Science: The Study of Interrelationships*. Dubuque, Iowa. W.M. C. Brown Publishers. 540p.
- FERRAZ de LIMA, J.A. (1993). Recursos Pesqueiros em ambiente inundáveis (rio Cuiabá: pantanal de Mato Grosso). *Anais do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*, USP, São Paulo, p.302-310.

Um amplo conhecimento do sistema e dos fenômenos ambientais ligados à depleção dos estoques, com suficiente abrangência temporal e espacial são requisitos essenciais para o planejamento das ações sobre o meio ambiente.

Agradecimentos:

o autor é grato aos doutores Fábio Amodeu Lansac Tôha e Anna Emilia Amato de Moraes Vazzoler e aos biólogos Luiz C. Gomes e Edson K.Okada pela revisão do manuscrito e sugestões apresentadas.

7. Bibliografia

- AGOSTINHO, A.A. (1992). Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: AGOSTINHO, A.A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. (eds.) Situação Atual de Perspectivas da Ictiologia no Brasil. Maringá, PR. Editora da Universidade Estadual de Maringá. p.106-121.
- AGOSTINHO, A.A.; JULIO Jr., H. F.; BORGHETTI, J. R. (1992). Considerações sobre os impactos dos represamentos sobre a ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Itaipu. *UNIMAR*, 14 (2):89-107
- AGOSTINHO, A.A.; JULIO Jr, H.F.; PETRERE Jr, M. (1993a). Itaipu reservoir: impacts of the impoundment on fish fauna and its colonization process. In Cowx, I. *Rehabilitation of Inland Fisheries*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Pubs, Oxford.
- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M., GOMES, L.C., OKADA, E.K. (1993b). Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Revue D'Hydrobiologie Tropicale*, 26(1)
- AGOSTINHO, A.A. (1993). Considerações sobre a ictiofauna das principais bacias hidrográficas brasileiras. *Anais do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*. 09 a 13 de fevereiro de 1993. Instituto Oceanográfico/USP, Instituto de Pesca/SAA e Sociedade Brasileira de Ictiologia, 287-301.
- AGOSTINHO, A.A.; BORGHETTI, J.R.; VAZZOLER, A.E.A. DE M. AND GOMES, L.C. (In press). Itaipu Reservoir: Impacts on the ichthyofauna and biological bases for management. *Ann. Int. Workshop on Regional Approaches to Reservoir Development and Management in the La Plata River Basin: Focus on Environmental Aspects*. São Carlos, Foz do Iguaçu/Brazil and Iacyreta/Argentina, 08/05-16/1991. UNCRD/ILEC/UNEP.
- AGOSTINHO, A.A.; JULIO Jr, H.F. (no prelo) Peixes da bacia do rio Paraná. In: R.Lowe-McConnell. *Ecologia de Comunidade de Peixes Tropicais*. Tradução de A.E.A.M.Vazzoler, A.A.Agostinho e P.Cunnighan. Editora da Universidade de São Paulo.
- ANDREATA, J. V.; BARBIÉRE, L. R. R.; SEBÍLIA, A. S. C.; SILVA, M. H. C.; SANTOS, M. A.; SANTOS, R.P. (1990). Relação dos peixes da laguna de Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 12(1): 5-17.
- BARRELA, W. (1989). *Estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Jacaré-Pepira (SP) em diferentes biótopos*. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas (SP), Brasil
- BAYLEY, P.B. (1981). Fish yield from the Amazon in Brazil: comparisons with african river yields and management possibilities. *Trans.Am. Fish.Soc.*, 110:351-359.

- FERREIRA, E.; SANTOS, G. M. dos; JÉGU, M. (1988). Aspectos ecológicos da ictiofauna do rio Mujacá, na área da ilha Paredão, Roraima, Brasil. *Amazoniana*, X(3): 339-352.
- FUEM-FINEP. (1989). *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. 3v. (Relatório).
- FUEM-ITAIPU BINACIONAL (1989). *Ecologia de populações de peixes no reservatório de Itaipu nos primeiros anos de sua formação. 6a. etapa*. Maringá/Paraná. Universidade Estadual de Maringá. 3v., 406p. (Relatório)
- GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L.; VONO, V. (no prelo) Peixes da bacia do rio Jequitinhonha. In: R. Lowe-McConnell. *Ecologia de Comunidade de Peixes Tropicais*. Tradução de A.E.A. M. Vazzoler, A.A. Agostinho e P. Cunnighan. Editora da Universidade de São Paulo.
- GODOY, M.P. de (1975). *Peixes do Brasil. Sub-ordem Characoidei - Bacia do rio Iguassu*. Piracicaba, Editora Franciscana, 4v.
- GOLDSMITH, B. (1991). *Monitoring for conservation and ecology*. London: Chapman and Hall, 275p.
- HAHN, N.S. (1991). *Alimentação e dinâmica da nutrição da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940) (Pisces, Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná*. Rio Claro/São Paulo, Universidade Estadual Paulista. Tese de Doutorado. 287p.
- LOWE McCONNELL, R. (1986) The amazon river system. In DAVIES, B.R. & WALKER, H.F. (eds.) *The ecology of river systems*. The Netherlands, Dr. Junk Publ., 541-556.
- LOWE-McCONNELL, R. H. (1991). Natural history of fishes in Araguaia and Xingu Amazonian tributaries, Serra do Roncador, Mato Grosso, Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 2 (1): 63-82.
- LOWE-McCONNELL, R.H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. New York, Cambridge University Press. 382p.
- MERONA, B. (1990). Amazon Fisheries: general characteristics based on two case-studies. *Interciencia*, 15(6):461-468.
- MERONA, B. de (1986/87). Aspectos ecológicos da ictiofauna no baixo Tocantins. *Acta Amazonica*, 16/17: 109-124.
- MOREIRA, J.A.; SANTOS, J.J.; SILVA, D.C.; TORLONI, C.E.C. (1993). Produção pesqueira e composição das capturas no reservatório da UHE Nova Avanhandava, CESP, São Paulo. *Resumos do X Encontro Brasileiro de Ictiologia*, USP, São Paulo, p.108.
- MOYLE, P. B.; CECH, JR., J. J. (1988). *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. Second Edition. Prentice Hall, New Jersey. 560 pp.
- NAKATANI, K.; LATINI, J.D.; BAUMGARTNER, G.; TENÓRIO-BAUMGARTNER, M.S. (no prelo). Levantamento de ovos e larvas de peixes na planície de inundação e afluentes do alto rio Paraná. In: *Ecologia da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná (em fase de edição)*.
- PETRERE Jr, M. & AGOSTINHO, A.A. (1993). The Fisheries in the Brazilian Portion of the Parana River. Document presented at the ONU/FAO/COPESCAL meeting "Consulta de Expertos sobre los Recursos Pesqueros de la Cuenca del Plata", Montivideo, Uruguay, 5-7 May, 1993.
- PETRERE Jr, M. (1982). Ecology of the fisheries in the river Amazon and its tributaries in the Amazonas State (Brazil). PhD Thesis, University of East Anglia, UK, 96p.
- PETRERE Jr, M. (1983). Yield per recruit of the tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Amazonas State (Brazil). *J. Fish Biol.*, 22:133-144.

- PETREIRE Jr, M. (1985). Migrações de pees de agua dulce en America Latina: algunos comentarios. COPESCAL, Doc.Ocas. 1:17
- PETREIRE Jr,M. (1978a). Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II. Locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. *Acta Amazonica*, 8:1-54.
- PETREIRE Jr,M. (1978b). Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. I. Esforço e captura por unidade de esforço. *Acta Amazonica*, 8:439-454.
- PETREIRE, M. (1989). River fisheries in Brazil: a review. *Regulated Rivers: Research & Management* 4, 1-16.
- PETTS, G.E. (1984). *Impounded rivers. Perspectives for ecological management*. Chichester, U.K., Wiley. 326p.
- PLANVASF (1989). *Programa para o desenvolvimento da pesca e da aquíicultura*. Brasília, Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco. 192p
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G. (no prelo) Peixes da bacia amazônica. In: R.Lowe-McConnell. *Ecologia de Comunidade de Peixes Tropicais*. Tradução de A.E.A.M.Vazzoler, A.A.Agostinho e P.Cunnighan. Editora da Universidade de São Paulo.
- SANTOS, G.M. (1986/87). Composição do pescado e situação da pesca no Estado de Rondônia. *Acta Amazonica*, 16/17(único):43-84.
- SATO, Y.; GODINHO, H.P. (no prelo) Peixes da bacia do rio São Francisco. In: R.Lowe-McConnell. *Ecologia de Comunidade de Peixes Tropicais*. Tradução de A.E.A.M.Vazzoler, A.A.Agostinho e P.Cunnighan. Editora da Universidade de São Paulo.
- SILVA, M.V. (1986). *Mitos e verdades sobre a pesca no pantanal sul-matogrossense*. FIPLAN-MS, Campo Grande (MS): p146.
- SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. (1993). Reproductive strategies in teleosts in the high Parana river. In: *Symposium on Fish Ecology in Latin America*. The University of Texas at Austin. Austin (TX), May 27 to June 2. p.297.
- TORLONI, C.E.C.; SANTOS,J.J.; MOREIRA,J.A.; GIRADI, L. (1991). Pesca artesanal e produção pesqueira no reservatório da UHE Mario Lopes Leão, Promissão - SP. CESP, São Paulo, Série Pesquisa e Desenvolvimento. 062, 17p.
- VAZZOLER, A.E.A.M. (1992). Reprodução de Peixes. In: AGOSTINHO,A.A. & BENEDITO-CECILIO,E. (eds.) *Situação Atual de Perspectivas da Ictiologia no Brasil*. Maringá,PR. Editora da Universidade Estadual de Maringá. p.1-13.
- WELCOMME, R. (1990). Status of fisheries in South America rivers. *Interciencia*, 15(6):337-345

Algumas modalidades de manejo para reservatórios hidrelétricos (baseado em Agostinho, 1992)

Modalidade de manejo	Tipo	Características	Situações apropriadas	Considerações
manipulação da população (visa a alteração direta da abundância da população ou populações e, conseqüentemente, da comunidade)	redução	<ul style="list-style-type: none"> pesca seletiva, pesca elétrica, esvaziamento do ambiente, explosões controladas, aplicação de ictiocidas 	<ul style="list-style-type: none"> problemas com predação, competição, balneabilidade, pesca, nanismo, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> técnica de difícil aplicação e com eficiência transitória; "efeitos colaterais" devem ser considerados
estocagem		<ul style="list-style-type: none"> adição de peixes nativos (repopoamento) ou de outras bacias (introduções) no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> depleção do estoque ou população de interesse depleção no rendimento da pesca 	<ul style="list-style-type: none"> o tamanho dos indivíduos a serem estocados, o local e o habitat do povoamento, a viabilidade reprodutiva e a adequacidade do ambiente são alguns aspectos ligados ao sucesso deste tipo de manejo. a predação, competição, doenças, hibridização são alguns impactos que devem ser considerados.
manipulação do habitat (geralmente associada ao aumento da vantagem competitiva, aumento na capacidade biogênica do corpo de água, ao incremento do potencial reprodutivo e da taxa de sobrevivência)	controle de macrófitas aquáticas	<ul style="list-style-type: none"> redução mecânica, química ou biológica 	<ul style="list-style-type: none"> problemas com a produtividade, planctônica, qualidade da água e atividade de pesca decorrente de seu excesso. 	<ul style="list-style-type: none"> sua importância como abrigo de formas jovens e forrageiras e como substrato para organismos utilizados por algumas espécies devem ser considerado.
controle do nível da água		<ul style="list-style-type: none"> manipulação das condições da zona litorânea do reservatório e das áreas alagáveis a jusante 	<ul style="list-style-type: none"> depleção ou proliferação excessiva de estoques de espécies que utilizam a zona litorânea para alimentação, refúgio ou reprodução; viabilização da reprodução de espécies cujo ciclo depende do regime de cheias da planície alagável a jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> conhecimento preciso dos requerimentos das espécies de interesse e de outras que sejam afetadas pelo controle; dificuldades em compatibilizar este controle com os demais usos da água estocada,

regime de cheias da planície
alagável a jusante.

Modalidade de manejo	Tipo	Características	Situações apropriadas	Considerações
manipulação do habitat	manipulação de abrigos	<ul style="list-style-type: none"> • aumentar ou reduzir a disponibilidade de abrigo às espécies presa ou formas jovens, através de instalação de recifes, entulhos, manutenção da vegetação arbórea por ocasião do represamento, e facilidades para proliferação de macrófitas 	<ul style="list-style-type: none"> • problemas na proporção predador-presa, • mortalidade elevada de juvenis por predação. 	<ul style="list-style-type: none"> • a manutenção de vegetação arbórea e edificações na área a ser alagada devem ser consideradas; • a localização e a intensidade destes abrigos podem ser indesejáveis para a prática de esportes náuticos, manutenção das turbinas e qualidade da água.
	manipulação dos locais de desova ou criadouros naturais	<ul style="list-style-type: none"> • implantação, melhorias, ampliação ou preservação das áreas de desova ou criadouros naturais 	<ul style="list-style-type: none"> • especialmente em reservatórios que promoveram reduções consideráveis neste tipo de ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • prática das mais promissoras visto que atua sobre fatores que afetam a natalidade e a mortalidade das formas jovens; • a localização precisa das áreas de desova e de suas características é fundamental para o sucesso desta medida de manejo
controle da pesca (geralmente associada à proteção dos estoques desovantes, formas jovens, e intensidade da exploração)	interdição temporal	<ul style="list-style-type: none"> • proibição da atividade durante períodos críticos (época de desova, sobrepesca, migração, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • depleção dos estoques relacionados ao recrutamento ou crescimento 	<ul style="list-style-type: none"> • prática que deve ser implementada quando o monitoramento da atividade pesqueira e do estoque recomendar e com clareza acerca do recurso que se quer proteger. • conhecimentos acerca do ciclo reprodutivo das espécies (época de desova) são imprescindíveis
	interdição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • proibição da pesca em locais onde o estoque é vulnerável à sobrepesca 	<ul style="list-style-type: none"> • a jusante de barragens, obstáculos naturais, canais de migração, em criadouros naturais ou áreas de desova coletiva 	<ul style="list-style-type: none"> • requer conhecimento preciso da distribuição e ciclo de vida do(s) estoque(s) a proteger.
	interdição de aparelhos de pesca	<ul style="list-style-type: none"> • proibição do uso de aparelhos ou métodos de pesca não seletivos 	<ul style="list-style-type: none"> • depleção dos estoques pela pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • requer o monitoramento da pesca e do estoque, bem como conhecimentos da seletividade dos aparelhos
	controle do esforço de pesca	<ul style="list-style-type: none"> • restrições ao número de pescadores e ou aparelhos de pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • depleção da pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • requer monitoramento dos estoques e da atividade pesqueira.