

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 4 Estudos e Levantamentos



Janeiro de 1995

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 4 - Estudos e Levantamentos

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 José Pereira Gomes - CHESF

Secretário:

Paulo do Nascimento Teixeira - ELETROBRÁS

Grupo de Trabalho Fauna Aquática:

Anastácio Afonso Juras - ELETRONORTE
Carlos Eduardo Torloni - CESP
Carlos Frederico Menezes - ELETROBRÁS
Domingo Rodriguez Fernandez - ITAIPU
Flávia Pompeu Serran - ELETROBRÁS
Frederico Reichmann Neto - COPEL
Helena São Thiago - FURNAS
José Roberto Borghetti - ITAIPU
José Severiano de Oliveira - CHESF

José Tércio Pinheiro - LIGHT
Luiz Batista Fontanela - ELETROSUL
Luiz Benedito Silva - COPEL
Luiz Carlos Freitas - COPEL
Luiz Eduardo Menandro - ELETROBRÁS (Coordenador)
Max Pereira de Souza - LIGHT
Norma Dulce Barbosa - CEMIG
Pedro Umberto Romanini - CESP
Vasco Campos Torquato - CEMIG

Reunião Temática - Estudos e Levantamentos

Coordenação:

Norma Pinto Vilela - FURNAS

Relatoria:

Helena São Thiago - FURNAS

Apoio Logístico:

Armando Cosenza Filho - FURNAS
Vivaldi G. Costa - FURNAS
João Augusto V. Coelho - FURNAS
Dirceu Marzulo Ribeiro - FURNAS

Edição do Caderno 4

Projeto gráfico e revisão:

Assessoria de Comunicação Social - ELETROBRÁS

Normatização:

Divisão de Biblioteca e Arquivo - ELETROBRÁS

Digitação:

Departamento de Meio Ambiente
Divisão de Meio Ambiente Natural - FURNAS

Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro, reuniões temáticas preparatórias: caderno 4 - estudos e levantamentos, Alpinópolis, 01 e 02 de março, 1994 / Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE. - Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1994.

104p.;

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
Telefone: (021) 296-3939 Ramais 301/225 Fax: (021) 507-2449

COMUNICAÇÕES

Considerações sobre a Atuação do Setor Elétrico na Preservação da Fauna Aquática e dos Recursos Pesqueiros

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

1. Introdução

A alteração na estrutura das comunidades de peixes, com a proliferação de espécies sedentárias e a redução ou mesmo eliminação daquelas migradoras, constitui fato comum a todos os represamentos. O virtual desaparecimento de acipenserídeos e salmonídeos de muitos rios europeus (PETTS *et al.*, 1989) e a notável depleção dos estoques de alguns caracídeos e pimelodídeos dos segmentos superiores da bacia do rio Paraná, ilustram este fenômeno. Embora a obstrução do acesso aos habitats de desova e de desenvolvimento inicial de espécies migradoras, promovida por barragens, seja a causa primária da redução populacional destas espécies, os efeitos cumulativos de outros fatores físicos e químicos (hidrológicos, geomorfológicos e de qualidade da água) estão envolvidos. Como a produtividade em represas é superior à das áreas lóticadas da bacia, espera-se que a área alagada compense em alguma extensão as perdas dos trechos a jusante. Entretanto, a substituição de espécies de maior interesse econômico (migradoras) por aquelas com menor aceitação no mercado consumidor (lênticas), como verificada no reservatório de Itaipu (AGOSTINHO *et al.*, 1993), reduz a importância sócio-econômica desta tendência de compensação e acentua o impacto sobre a biodiversidade. Os trabalhos de TORLONI *et al.* (1993) em reservatórios do Paraná superior demonstram que cadeias sucessivas de reservatórios potencializam estes impactos.

A mitigação dos impactos sobre a diversidade ictiofaunística e os recursos pesqueiros pode ser conseguida através de medidas de manejo tomadas no contexto de um planejamento com abrangência suficiente para contemplar os fatos vigentes na bacia. Assim, o estabelecimento de um plano de manejo de populações de peixes não pode prescindir do amplo conhecimento dos componentes (biológico, ambiental, sócio-econômico e político) do sistema que se quer manejar, nem de um rigoroso programa de monitoramento para aferir os resultados das medidas e efetuar as necessárias correções. Na escassez de informações reside a principal causa dos insucessos que, em geral, caracterizam as ações de manejo até agora praticadas.

O manejo requer uma ampla diagnose (levantamento) das causas das mudanças nas populações de peixes. Esta é, portanto, uma fase que pressupõe trabalho de campo e deve preceder qualquer plano de manejo. Os estudos, cuja natureza é delineada já nos levantamentos, devem ser executados em concomitância ao manejo como forma de obter informações específicas e, juntamente com o monitoramento (rotina), permitir correções de procedimentos. O plano de manejo, por outro lado, deve ser flexível o suficiente para que receba a entrada das novas informações.

Neste documento é feita uma revisão das ações das concessionárias nesta área e são detalhadas estas idéias. Além disso, são propostas metodologias alternativas para abordar o problema e avaliadas as perspectivas futuras.

2. Situação atual

As ações implementadas pelo Setor Elétrico com o objetivo de minimizar os impactos dos represamentos, preservar estoques pesqueiros ou aumentar o rendimento da pesca em seus reservatórios foram historicamente marcadas pelo insucesso. As informações publicadas por TORLONI *et al.* (1993) acerca da estatística de desembarque de pescado em seis grandes reservatórios da CESP nos rios Paraná, Tietê e Grande demonstram, de maneira insofismável, este fato. Espécies tidas como grandes migradoras tiveram participação negligenciável na pesca e aquelas que foram objeto de introduções massivas (ex.: tilápia do Nilo, sardinha de água doce) sequer constam do conjunto das que compõem mais que 80% das capturas comerciais. Mesmo a captura de espécies nativas não mostrou, para os reservatórios estudados, relação com o esforço de repovoamento. Embora não se conte com informações da pesca em grandes reservatórios de outras bacias que foram objeto de ações de manejo, não há indicações de que o quadro seja diferente.

Obviamente estes insucessos representam equívocos na alocação de recursos e esforços, e podem ser atribuídos, entre outros fatores, (A) à insuficiência ou inadequacidade das informações disponíveis; (B) ao enfoque com que os projetos de manejo são apresentados e implementados; (C) à ausência de monitoramento como parte do programa de manejo; (D) a equívocos históricos na legislação pertinente; (E) a deficiências na integração interinstitucional.

(A) insuficiência ou inadequação das informações:

O conhecimento da estrutura e funcionamento dos sistemas fluviais brasileiros é, ainda, incipiente. As informações disponíveis carecem de abrangência espacial e/ou temporal, e apresentam restrições quanto a aplicabilidade ao manejo, além de precisarem ser sistematizadas. Isto é particularmente verdadeiro em relação aos aspectos relacionados à limnologia e aos recursos aquáticos.

A base de dados limnológicos é composta essencialmente por estudos localizados e, muitas vezes, com restrições amostrais que os tornam inapropriados aos objetivos de avaliação de impactos ou à sua mitigação. A diversidade de biótopos e a variabilidade espaço-temporal apresentada por importantes parâmetros físicos, químicos e biológicos na zona neotropical são fatos que dificultam o uso destas informações. As condições limnológicas, particularmente em ambientes restritos, podem mostrar flutuações diárias superiores às aquelas aferidas durante um dado horário ao longo do ano, e podem apresentar marcantes diferenças entre pontos de amostragem que distem apenas algumas dezenas de metros, vertical ou horizontalmente.

As informações sobre a fauna aquática, por outro lado, são essencialmente bionômicas ou autecológicas, sendo raros os estudos populacionais ou de comunidades que tenham suficiente abrangência espacial e temporal. Estes estudos são, em geral, descritivos e sem uma preocupação maior de estabelecer relações entre os diferentes níveis de organização biológica ou destes com o ambiente abiótico. Além disto, no caso das comunidades de peixes, a diversidade de habitat, comportamento,

tamanho e forma apresentada pelos seus elementos exigem o emprego de diferentes aparelhos de pesca (passivos e ativos), dificultando a padronização do esforço, reduzindo a confiabilidade das informações quantitativas e restringindo o uso dos recursos estatísticos.

O conhecimento disponível foi gerado essencialmente no âmbito das universidades e institutos de pesquisas, muitas vezes como dissertações ou teses de pós-graduação. Tem, portanto, características estanques e acadêmicas. A primeira em função de prazos e escassez de recursos e, a segunda, devido à finalidade destes estudos.

Também os conhecimentos gerados nos EIA/RIMAs têm sua aplicabilidade reduzida. Isto deve-se não apenas às dificuldades decorrentes da aplicação de métodos e técnicas inadequadas às condições neotropicais como também por estes instrumentos serem considerados mais como documentos para satisfazer os requerimentos legais do que uma ferramenta de grande potencial para o manejo do ambiente. Ressalta-se, no entanto, sua importância atual como meio de sistematizar o conhecimento existente numa dada região e estabelecer obrigações de novos estudos e levantamentos.

A falta de apoio institucional à realização de projetos integrados foi, durante muito tempo, o fator que limitou o desenvolvimento das ciências ambientais. Estudos mais apropriados aos objetivos do manejo dos recursos aquáticos vêm sendo, atualmente, realizados, contando para isto com o suporte financeiro das agências internacionais e de várias concessionárias do Setor Elétrico. Neste último caso, tanto por iniciativa espontânea como para atender o preconizado no EIA/RIMA.

(B) o enfoque dos programas de manejo:

As medidas de manejo foram tradicionalmente tomadas conforme uma abordagem reducionista, com enfoque sobre o peixe ou mesmo em uma determinada espécie. Isto foi particularmente verdadeiro nos programas de povoamento ou repovoamento. É sabido atualmente que iniciativas nesta área não podem prescindir de uma abordagem holística, considerando a comunidade de peixes no contexto do sistema fluvial e da bacia como um todo. Na busca do pragmatismo, não foi dada a relevância necessária às relações de predação, competição e parasitismo entre uma espécie alvo e os demais organismos da comunidade ou mesmo às novas condições abióticas a que a espécie era submetida pelo represamento ou com a introdução. Ressalta-se que estas medidas foram tomadas sob forte pressão política e, como veremos adiante, por constrangimento legal. Isto, aliado ao quadro de evidente impacto negativo sobre as espécies de maior porte, não facultou ao tomador de decisão a possibilidade de investigá-lo ou a alternativa de "nada fazer", que, em muitas circunstâncias, seria preferível.

(C) ausência de monitoramento como parte do programa de manejo

As ações de manejo praticadas nos reservatórios de hidrelétricas (controle da pesca e estocagem de peixes) bem como as obras de engenharia construídas com o propósito de permitir a transposição de peixes por suas barragens, que constituem a essência das medidas de preservação e conservação da ictiofauna e dos recursos pesqueiros no Brasil, foram, em geral, falhas por não preverem atividades de avaliação ou monitoramento.

O monitoramento é um complemento imprescindível às ações de manejo. É através dele que a administração do recurso poderá aferir a eficácia das medidas implementadas em relação ao esperado, proceder

retificações nas ações em curso, planejar ações complementares de manejo ou estudos específicos, identificar fatores de origem natural ou antrópica que intervêm no processo, alterando a resposta esperada. Sem ele é impossível a tomada de decisões imediatas, com resultados concretos, previsíveis e observáveis. O processo de ação-avaliação do resultado, se bem conduzido, é igualmente uma importante fonte de aprendizado, contribuindo não apenas para a "correção de curso" como também para o desenvolvimento técnico do Setor Elétrico na área. As controvérsias acerca da eficiência de escadas de peixes, do repovoamento ou povoamento ou mesmo da eficácia do controle da pesca (período de defeso, aparelhos de pesca, locais de pesca), que ainda permeiam as discussões no Setor, contrastam com as oportunidades oferecidas para a avaliação destas medidas em vários reservatórios brasileiros. Isto demonstra que o estágio do conhecimento atual na área de preservação e conservação de populações nativas, ou mesmo na produção pesqueira, é ainda incipiente. As dúvidas seriam muito menores se as ações de manejo ou as obras tivessem sido avaliadas na oportunidade, como convém a qualquer processo, especialmente àqueles que envolvem esforço e recursos vultuosos.

(D) equívocos na legislação pertinente

A legislação brasileira relativa à mitigação de impactos dos represamentos sobre a ictiofauna teve papel relevante nos desacertos que caracterizaram a maioria das medidas de manejo praticadas pelo Setor Elétrico no País. Assim, os primeiros documentos nesta área (Lei 2250 de 28.12.1927 e Decreto 4390 de 14.03.1928) estabeleciam que

"Todos quantos, para qualquer fim, represarem as águas dos rios, ribeirões e córregos, são obrigados a construir escadas que permitam a livre subida dos peixes".

Ao se generalizar a obrigatoriedade de uma obra cujo funcionamento resulta de interações entre suas características técnicas (declividade, vazão, posição em relação ao eixo da barragem, etc.) e a natureza da ictiofauna presente, sem o necessário aporte de conhecimento técnico-científico, incorreu-se no risco do insucesso e desperdício de recursos, esforços e oportunidades. Assim, escadas de peixes foram construídas logo acima de cachoeiras de até 70 metros de altura, como a edificada no córrego dos Negros (São Carlos-SP), ou em riachos onde a ictiofauna era composta apenas por espécies sedentárias (CHARLIER, 1957).

Face à oposição do Setor Elétrico e às restrições que impunha a comunidade científica, esta legislação foi abrandada em 1938 pelo Decreto Lei 794 (19.10.1938) que preconizava:

"As represas dos rios, ribeirões e córregos devem ter, como complemento obrigatório, obras que permitam a conservação da fauna fluvial, seja facilitando a passagem de peixes, seja instalando estações de piscicultura".

As duas opções enunciadas neste decreto inauguram uma discussão que perdurou até recentemente. De um lado os "escadistas", prejudicados em seus argumentos pelo insucesso da maioria das escadas construídas, porém fortalecidos pelos trabalhos de GODOY (1975) na Cachoeira das Emas, uma barragem de altura reduzida em relação às mais recentes. De outro lado, os "piscicultores", com uma visão voltada mais à produção, portanto, com maior respaldo administrativo no âmbito das concessionárias e fortalecidos pelo sucesso obtido em programas de piscicultura em açudes nordestinos. As distorções induzidas pela legislação tomam-se evidentes ao se observar que não prescreve

levantamentos prévios ou avaliações de eficiência, limitando a ação às ditas construções. Sob a perspectiva de uma administração racional dos recursos naturais, escadas ou estações de piscicultura são meros instrumentos para operacionalizar um plano de manejo.

A opção pela construção de estações de piscicultura junto às barragens ganhou novo apoio legal com o Decreto 221 de 28.02.67, que atribuiu ao órgão competente, na ocasião a SUDEPE, as especificações das medidas de proteção (MACHADO & ALZUGUIR, 1976). Este órgão, com uma atuação dirigida essencialmente ao desenvolvimento da pesca e piscicultura, estabeleceu, em caráter obrigatório, pelo menos uma estação ou posto de piscicultura em cada curso de água que possuísse barragem (Portaria 46/SUDEPE, de 27.01.71). Deste período até meados da década de 80, a ênfase nos trabalhos do Setor na área foi dada à piscicultura. As dificuldades técnicas de procriação das espécies nativas levaram à opção por espécies alóctones, geralmente com passagem pelas estações de piscicultura do nordeste. Mais de 20 espécies foram introduzidas nos reservatórios da bacia do rio Paraná (AGOSTINHO, 1994). O insucesso destas medidas, à exceção da curvina *Plagioscion squamosissimus* e de algumas espécies em áreas restritas, levou a uma mudança de prioridade no Setor e, sem qualquer imposição legal, foi dada ênfase às espécies nativas. Para isto, desenvolveram-se técnicas de desova induzida em várias espécies, algumas das quais utilizadas rotineiramente nos repovoamentos dos últimos anos, destacando-se entre elas, *Prochilodus lineatus* (curimba), *Piaractus mesopotamicus* (pacu), *Astyanax bimaculatus* (lambari), *Schizodon borellii* (piava). Paralelamente, iniciaram-se levantamentos ictiológicos, limnológicos e de rendimento pesqueiro em alguns reservatórios. Estas atividades, a despeito de, no geral, carecerem de um planejamento mais elaborado, têm contribuído para o aprimoramento técnico do Setor e, ao mesmo tempo, permitido inferências acerca dos resultados de medidas até então tomadas.

A figura 1, baseada no acompanhamento de desembarque de pescado realizado pela CESP e pelo NUPÉLIA-UEM / ITAIPU BINACIONAL em reservatórios da bacia do rio Paraná, demonstra a ineficácia destas medidas na proteção de estoques de grandes espécies migradoras. A participação na biomassa capturada dessas espécies de maior porte (migradoras) na pesca profissional dos reservatórios localizados nos segmentos superiores da bacia é baixa, quando comparada com aquela dos trechos ainda livres da bacia (PETRERE Jr & AGOSTINHO, 1993), onde mais de 70% dos desembarques são compostos por grandes pimelodídeos (*Pseudoplatystoma corruscans*) e caracídeos (*Salminus maxillosus*, *Prochilodus lineatus*) (observação pessoal, região de Porto Rico-PR).

A tabela I mostra o rendimento da pesca nestes reservatórios da bacia do rio Paraná. À exceção da curvina, *P. squamosissimus*, as espécies introduzidas têm reduzida expressão na pesca comercial. Isto, aliado ao fato de que as espécies nativas com contribuição relevante (mandis, *Pimelodus maculatus*, *Iheringichthys labrosus*; mapará *Hypophthalmus edentatus*; armado, *Pterodoras granulosus*; acará, *Geophagus* sp; traíra, *Hoplias malabaricus*, entre outras), que não foram objeto de repovoamento, sugere que os resultados dos programas implementados não produziram resultados satisfatórios. Verifica-se que os reservatórios de Itaipu e Barra Bonita, com vastos trechos livres a montante, mesmo que sujeitos à degradação ambiental, como é o caso dos rios Tietê e Piracicaba (Barra Bonita), apresentam maior número de espécies de grande porte e migradoras entre as mais capturadas na pesca profissional. Com a aprovação da Resolução 001/86 e 006/87, do Conselho Nacional

Figura 1. Rendimento da pesca comercial e participação dos grandes migradores em reservatórios da bacia do rio Paraná.

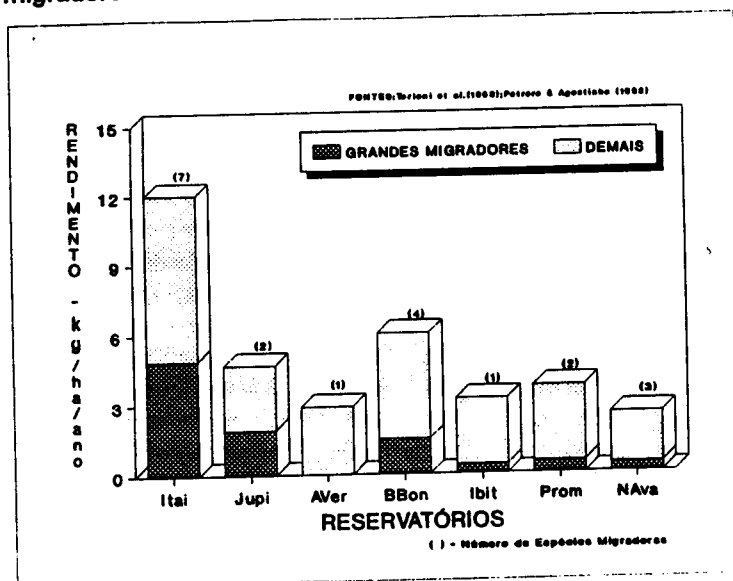


Tabela 1. Rendimento da pesca comercial em alguns reservatórios brasileiros da bacia do rio Paraná e composição das capturas

Reservatórios	Jupia	Itaipu	Água Vermelha	Barra Bonita	Ibitinga	Promissão	Nova Avanhadava
CARACTERÍSTICAS GERAIS							
RIO	Paraná	Paraná	Grande	Tietê	Tietê	Tietê	Tietê
FECHAMENTO	1968	1982	1978	1962	1969	1974	1982
ÁREA (Km ²)	352	1350	644	334	114	530	217
TEMPO DE RESIDÊNCIA (dia)	2.3	40	29.1	74	1.2	38.5	6.4
PESCA COMERCIAL							
Rendimento bruto (t/ano)	166	1600	184	229	42	173	43
Rendimento (t/ha/ano)	4.7	12.0	2.9	6.0	3.2	3.7	2.5
no. de espécies	34	52	34	39	41	43	42
PARTICIPAÇÃO RELATIVA NA PESCA COMERCIAL							
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	11.1	17.2	28.2	24.7	22.5	21.6	29.2
<i>Hoplias malabaricus</i>	2.9		7.0	11.9	11.2	2.0	6.6
<i>Pirirampus pirirampu</i> □	3.6	1.1					
<i>Serrasalminus spilopleura</i>	3.9		1.0	1.9	1.5	1.6	4.3
<i>Salminus maxillosus</i> □		0.5		0.1			0.05
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i> □		1.7	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2
<i>Cichla monoculus</i>	4.0		2.7		0.4	0.02	0.2
<i>Paulicea luetkeni</i> □		2.6					
<i>Pimelodus + Iheringichthys</i>	11.6	2.9	24.0	8.4	15.9	43.6	26.0
<i>Prochilodus lineatus</i> □	36.9	13.7		22.7	11.7	12.7	14.5
Anostomídeos	5.2			10.2	8.5		
Curimatídeos				7.3			
Tetragonopteríneos					15.6	9.3	3.2
<i>Geophagus sp</i>	8.7		9.4				
<i>Oreochromis + Tilapia</i>			8.9				
Loricarídeos	5.1	2.6					
<i>Hypophthalmus edentatus</i> J		27.0					
<i>Pterodoras granulatus</i> J □		16.1					
% DO TOTAL	83.0	85.4	91.4	87.4	88.6	90.9	84.2

Legenda: □ = espécies migradoras; retângulo maior = espécies introduzidas; J = ocorrência anteriormente restrita ao médio e baixo Paraná; retângulo menor pontilhado = espécie com maior participação; retângulo menor e vazio = segunda espécie com maior participação;

Fontes: TORLONI *et al.* (1993) e PETRERE & AGOSTINHO (1993)

do Meio Ambiente (CONAMA), e a publicação do *Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos*, pela ELETROBRÁS (1986), que precedeu esta última resolução, estabeleceram-se as diretrizes e procedimentos a serem empregados nos EIA/RIMA, requisitos indispensáveis para o licenciamento e operação de novas usinas hidrelétricas. O fato de contemplar um amplo diagnóstico ambiental, a análise dos impactos do projeto e suas alternativas, a definição de medidas mitigadoras e a elaboração de um programa de acompanhamento e monitoramento das alterações gerou uma expectativa favorável ao futuro da proteção e conservação dos recursos naturais. A carência de informações básicas sobre os ecossistemas neotropicais, a inadequação das metodologias de avaliação ambiental às nossas condições, a escassez de recursos humanos capacitados para realizá-las e analisar a documentação produzida foram alguns dos tropeços nos primeiros anos de implantação desta obrigatoriedade. Isto foi agravado pelo reduzido número de técnicos e pesquisadores com experiência em trabalhos interdisciplinares nos quadros universitários, onde as investigações compartimentalizadas eram muito mais freqüentes. Destacam-se, no entanto, alguns pontos positivos decorrentes desta nova legislação: a mudança na filosofia dos levantamentos, estudos e manejos, com um enfoque, hoje, mais sistêmico, como convém ao trato com o meio ambiente; a sistematização dos conhecimentos disponíveis, formalmente publicados ou não, a nível regional; a geração de novos conhecimentos e a formação de recursos humanos, especialmente na fase de execução dos programas de proteção e conservação dos recursos; a conscientização da população, embora ainda aquém do esperado, acerca dos problemas impostos pelo desenvolvimento. Quanto à efetiva proteção dos recursos naturais é, ainda, prematura uma avaliação.

(E) deficiências na integração interinstitucional

As instituições que se utilizam da água ou controlam o uso da água vêm este recurso sob diferentes perspectivas, detém informações diversas e têm atuação diferenciada. Numa mesma bacia, por exemplo, podem estar atuando, além de diferentes concessionárias hidrelétricas, com visões muitas vezes distintas em relação ao uso e preservação dos recursos, órgãos tão díspares como os relacionados à agricultura (irrigação, drenagem de várzeas), transporte (hidrovias), saúde (combate a endemias), educação (universidades), urbanismo, saneamento, turismo e meio ambiente. Esta heterogeneidade de atividades exercidas em uma dada bacia é, ainda, ampliada pelos diferentes níveis de atuação (municipal, estadual e federal). As diferenças nas diretrizes destes órgãos podem ocorrer até a nível intra-institucional. Um caso ilustrativo e muito próximo pode ser dado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), onde um setor procura proteger a fauna nativa vedando a introdução de espécies exóticas de peixes, enquanto outro se preocupa com o desenvolvimento da piscicultura, inclusive com espécies exóticas. Situações similares a esta podem ocorrer no âmbito de uma mesma diretoria de concessionária, onde vários departamentos podem atuar de forma compartimentalizada e, por vezes, antagônica.

Compatibilizar os interesses institucionais, promover a cooperação entre estas instituições e estabelecer uma coordenação é uma tarefa necessária e complicada, especialmente na área de preservação ambiental. Esta necessidade deve, no entanto, ser enfatizada em função do retardamento que o quadro atual impõe ao avanço técnico e metodológico, aos eventuais conflitos de ações e, especialmente,

porque as medidas de mitigação de impactos devem ser tomadas no contexto da bacia e do uso que dela é feito.

A omissão das universidades em relação à solução dos problemas práticos de manejo pode, também, ser uma das causas das dificuldades no diagnóstico ambiental, avaliação de impactos e preservação dos recursos aquáticos. Seu papel na sistematização e geração de novos conhecimentos e técnicas, bem como na formação de recursos humanos, se exercido em sua plenitude, poderia contribuir de modo relevante para o avanço desta área. O conhecimento gerado em ecologia de água doce é pouco aplicável ao manejo, visto que o foi com outros objetivos. É óbvio que as investigações ambientais conduzidas nas universidades não devem tratar unicamente dos problemas de manejo, talvez nem prioritariamente, mas é indispensável que este aspecto seja considerado. A inabilidade dos pesquisadores em dimensionar os impactos e, menos ainda, prevêê-los com um grau desejável de confiabilidade, ou, ainda menos de quantificá-los, é condicionante da pouca relevância que as medidas mitigadoras têm em outras áreas técnicas das concessionárias. A isto adicionam-se as falhas dos investigadores da área ambiental em comunicar convincentemente suas descobertas aos tomadores de decisão.

3. Organização das ações no ambiente: requisitos e dificuldades

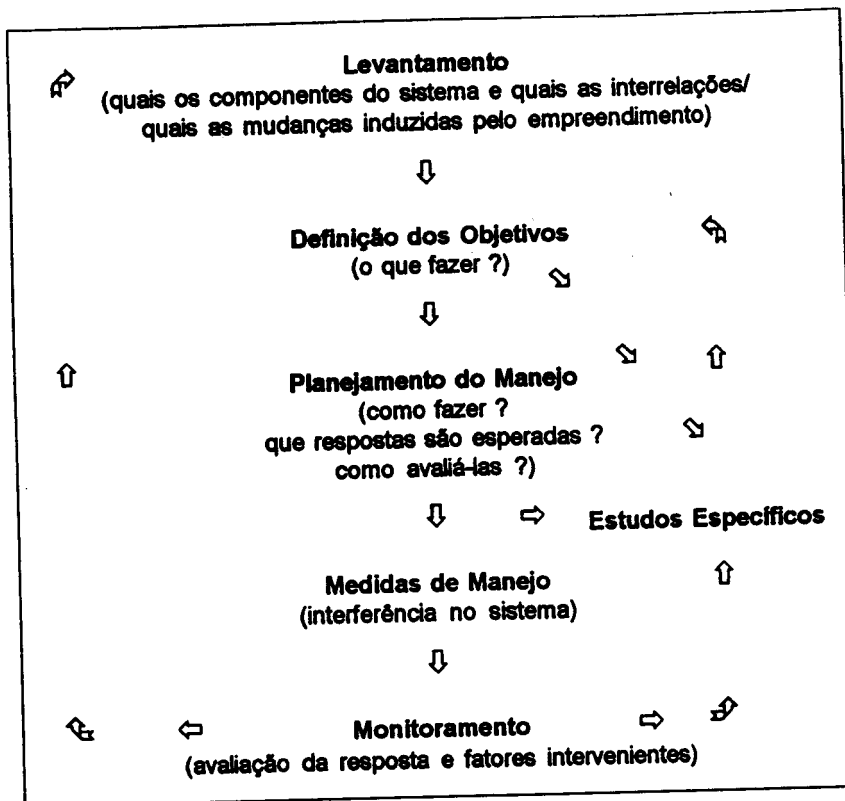
Os levantamentos e estudos em reservatórios são atividades que vêm ganhando ênfase no Setor Elétrico nos últimos anos. Carecendo de uma definição clara, estes termos são utilizados para descrever as mesmas atividades, confundindo-se ainda com o monitoramento. Esta confusão deixa de ser uma mera questão de semântica e pode ser relevante ao se estabelecerem as estratégias de preservação dos recursos.

Os *levantamentos* são atividades mais afins do diagnóstico, e que resultam na obtenção, através de procedimentos padronizados de observação e/ou amostragem, de um conjunto de dados quali e quantitativos, dentro de um período restrito e sem qualquer pré-concepção do que será descoberto. É uma fase que deve anteceder à elaboração de um plano de manejo e deve ir muito além de simples listagem de espécies.

Os *estudos*, por outro lado, compreendem investigações e experimentações delineadas para gerar informações específicas que ajudem na solução de problemas concretos. A formulação prévia de hipóteses e a obtenção de dados estatisticamente testáveis são características destes estudos. Sua necessidade pode ser indicada nas fases de elaboração do plano de manejo ou de sua execução.

Finalmente, o *monitoramento* consiste em levantamentos conduzidos com a finalidade de se avaliar o grau de variabilidade de fatores bióticos ou abióticos em relação a um modelo ou padrão esperado. Pode ter objetivos diversos, entre os quais avaliar a eficácia de uma medida de manejo, identificar situações incorretas de uso da bacia ou dos recursos naturais, detectar alterações incipientes resultantes de interações complexas no ecossistema ou de natureza estocástica.

As relações entre estas atividades na administração dos recursos pode ser sumarizada no fluxograma a seguir.



Entre as dificuldades no planejamento e implementação destas atividades destacam-se a sua delimitação espaço-temporal e as metodologias de amostragem, ambas com reflexos sobre a qualidade e quantidade da informação obtida.

O balanceamento entre a quantidade-qualidade das informações, sua aplicabilidade e os custos em sua obtenção constituem uma tarefa complexa. O valor da informação não mostra uma relação direta com sua abrangência e acuracidade, mas sim tende a ser assintótico a partir de um determinado ponto. Por outro lado, o custo na obtenção da informação eleva-se potencialmente conforme se exige maior qualidade e quantidade. A figura 2, modificada de BISWAS (1988), mostra esta relação, sendo a área sombreada aquela com a qual o tomador de decisão trabalhará.

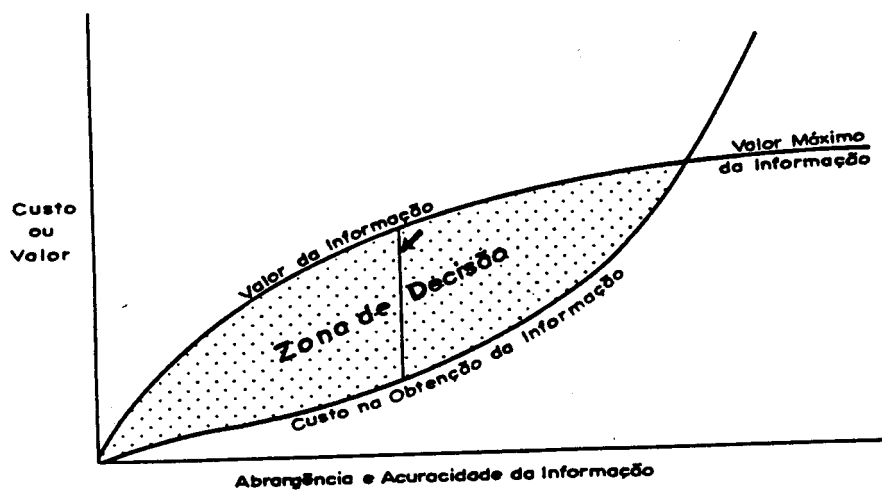


Figura 2. Custo efetivo da informação nos levantamentos, estudos e monitoramento (Seta indica o ótimo teórico).

Diagramaticamente, a melhor decisão estará no ponto em que a diferença entre o valor intrínseco da informação e o custo para sua obtenção é positiva e máxima. Dentro da área sombreada, a decisão dependerá, no entanto, do conhecimento disponível sobre a área, da natureza do empreendimento em que a informação será utilizada, entre outras coisas. Na prática este posicionamento é subjetivo e dependente da experiência do tomador de decisão e dos recursos financeiros e logísticos disponíveis.

a. Dimensão espaço-temporal da base de dados

Para que a informação acerca de um estado ou fenômeno tenha confiabilidade e aplicação, é necessário, entretanto, que ela seja tomada numa frequência e por um tempo compatíveis com suas variações no sistema. A maioria dos fenômenos biológicos e limnológicos são cíclicos e regulados por fatores ambientais com flutuações periódicas e previsíveis (fotoperíodo, chuvas, estações do ano, níveis do rio, etc.). Isto deve ser considerado num desenho amostral, especialmente durante os primeiros anos. Ignorar esta premissa poderá implicar na perda de informações sobre importantes eventos de curta duração (ex.: condições ambientais extremas e muitas vezes inóspitas aos peixes, desova, ocorrência de ovos e larvas, formação de anéis de crescimento, alimentação de juvenis, etc.).

A abrangência geográfica e a diversidade de biótopos, dentro de uma mesma bacia, devem, por outro lado, ser as mais amplas possíveis.

Como já enfatizado, as comunidades animais que ocupam as áreas "pelágicas" de um reservatório são diferentes daquelas da zona litorânea ou remansos, e estas podem distar poucas centenas de metros umas das outras. Em relação aos levantamentos ictiológicos, alguns procedimentos podem ajudar no delineamento amostral e melhorar a confiabilidade das informações. São eles: definição da área de abrangência e alocação preliminar das regiões de amostragem feita com base na análise de documentos aereofotográficos ou imagens de satélite em escala apropriada; alocação definitiva dos pontos de amostragem realizada com base em amostras piloto em biótopos com características fisiográficas distintas (natureza do fundo, velocidade da água, estruturação, etc.); uso de equipamentos com diferentes características em cada biótopo; amostragens realizadas em diferentes horários num período consecutivo de 24 horas; realização de pelo menos uma campanha de amostragem mensal, durante um ciclo estacional completo (um ano).

b. Distorções relacionadas à seletividade dos equipamentos de amostragem

As dificuldades metodológicas relacionadas aos estudos e levantamentos são particularmente relevantes entre os peixes, para os quais a maioria dos métodos de captura é seletivo. Esta seletividade decorre, como já mencionado, de diferenças interespecíficas na forma, tamanho e comportamento exibido pelas espécies de peixes, ou por diferentes classes de comprimento em uma mesma espécie; do tipo de equipamento e suas especificações (ex.: uma rede de espera de mesma malha pode apresentar diferenças específicas na eficiência de captura em função da espessura, cor e maleabilidade do fio, bem como da transparência da água); dos procedimentos operacionais (intervalo de captura, posição do equipamento em relação à corrente, profundidade, etc.). Além da seletividade dos aparelhos, as restrições à operação de determinados equipamentos em alguns habitats, particularmente naqueles altamente estruturados, contribuem para provocar distorções nas amostras, reduzindo sua confiabilidade, particularmente nos estudos de

comunidades. Embora estes problemas sejam de difícil solução, a operação dos equipamentos durante períodos de pelo menos 24 horas, a padronização destes equipamentos e do esforço empregados minimizam os erros e permitem comparações.

4. Recomendações gerais

A atuação do Setor Elétrico na preservação dos recursos ícticos, pelas evidências apresentadas, não produziu resultados satisfatórios. Mesmo na ausência de avaliações consistentes das práticas ou ferramentas de manejo utilizadas, é sabido que estas foram pouco eficazes. Restringiram-se à construção de escadas, povoamento ou repovoamento e controle da pesca e foram tomadas com insuficiente base de informações e sem clareza nos objetivos. Os levantamentos, que devem preceder as ações de manejo, ou os estudos e monitoramento, que devem retroalimentá-las, são práticas recentes, e ainda incipientes, no Setor. Assim, escadas para permitir a transposição de peixes em migração reprodutiva foram construídas sem que se levantasse a presença destas espécies a jusante ou se identificasse locais apropriados para a desova ou desenvolvimento inicial a montante. Programas de introduções ou repovoamento foram conduzidos durante muitos anos em reservatórios com ictiofauna e condições limnológicas desconhecidas. A falta de informações caracterizou, também, as medidas de controle da pesca (aparelhos, épocas e locais de pesca), sendo estas tomadas sem a necessária clareza acerca do que (objeto), para que (objetivo), como e onde controlar (metodologia).

Os levantamentos, realizados com frequência e abrangência espacial e temporal suficientes, além de uma padronização no esforço de pesca e equipamentos, são fundamentais para a formulação de um plano de manejo. Em relação à ictiofauna, durante esta etapa, não se deve priorizar espécies pelo seu porte, crescimento ou aceitação popular na pesca esportiva/comercial, sob pena de não entender as relações de predação, competição ou parasitismo que têm papel relevante na distribuição e abundância das espécies no ambiente. Prioridades serão objetos de análise na formulação do plano de manejo e, eventualmente, na realização de estudos específicos.

Os levantamentos devem considerar, além dos componentes sócio-econômicos e políticos atuantes na bacia, os aspectos limnológicos e ictiológicos e a pesca. Os levantamentos limnológicos devem contemplar os parâmetros físicos e químicos mais relevantes à produtividade e à qualidade biológica da água, a composição e abundância das comunidades de macrófitas aquáticas, perifíton, plâncton e bentos. Em relação à ictiofauna, devem compreender aspectos da bionomia das espécies (variações espaço-temporais na estrutura populacional, reprodução, alimentação e crescimento), das populações (abundância e distribuição) e das comunidades (diversidade, estrutura trófica, relações interespecíficas, etc.).

Dados de distribuição espacial de ovos e larvas, acoplados aos de reprodução e estrutura populacional, já mencionados, fornecem informações imprescindíveis ao planejamento do manejo dos recursos ícticos, visto que o recrutamento de novos indivíduos na população é regulado primariamente pela efetivação da desova e a taxa de sobrevivência nos primeiros meses de vida. A identificação e o dimensionamento das áreas de desova e criadouros naturais disponíveis são fundamentais para a maioria das técnicas de manejo (transposição de peixes, repovoamento, controle da pesca, manipulação de habitat e

população), devendo, portanto, ser consideradas como indispensáveis nos levantamentos.

A estatística de desembarque, por outro lado, é parte integrante de um levantamento racional, passando a ser, após a implementação das medidas de manejo, uma importante ferramenta de avaliação (monitoramento), nos casos em que a meta deste manejo seja a manutenção dos estoques pesqueiros. No seu delineamento, além da composição e abundância específica das capturas é necessário prever o dimensionamento do esforço de pesca empregado (metros quadrados de rede, número de pescadores, número de pescador/dia, etc.). A extensão deste monitoramento para avaliar as variações espaciais e temporais nas características do pescado (composição em comprimento, participação de imaturos, frequência de desovantes, etc.) permite a aquisição de informações muito úteis na realimentação do processo de manejo. Informações sócio-econômicas e do processo de comercialização do pescado, por outro lado, facultam a avaliação dos impactos positivos e negativos das medidas nesta área.

5. Bibliografia

- AGOSTINHO, A.A.; JULIO Jr, H.F. & PETRERE Jr, M. 1993. Itaipu reservoir (Brazil): impacts of impoundment on the fish fauna and fisheries. In: COWX I.G. (ed.) *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Fishing News Book, Bodmin, UK, pp 171-184.
- AGOSTINHO, A.A. 1994. *Considerações acerca de pesquisas, monitoramento e manejo da fauna aquática em empreendimentos hidrelétricos*. Caderno 1 - Fundamentos. Seminário Sobre a Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro. COMASE/ ELETROBRÁS/ MME.
- BIWAS, A.K. 1988. *Sustainable water development for developing countries*. Expert Group on River/Lake Basin Approach to Environmentally Sound Management of Water Resources, Otsu and Nagoya, Japan, 8-19 FEB 1988. UNCRD/ILEC/UNEP, 29pp.
- CHARLIER, F. 1957. *Proteção à fauna aquática nos rios brasileiros*. Depto. de Produção Animal/ Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. São Paulo-SP, 56pp.
- GODOY, M.P. 1975. *Peixes do Brasil. Subordem Characoidei - Bacia do rio Mogi Guassu*. Editora Franciscana, Piracicaba-SP. 4v.
- MACHADO, C.E.M. & ALZUGUIR, F. 1976. *Os peixes e as barragens no Brasil*. Anais do I Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental, Belo Horizonte, MG, 15 a 19 SET 1976. Fundação João Pinheiro / Secr. Planejamento e Coordenação Geral. 603pp.
- PETRERE Jr, M. & AGOSTINHO, A.A. 1993. The fisheries in the brazilian portion of Paraná 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.
- PETTS, G.H.; IMHOF, J.G.; MANNY, B.A.; MAHER, J.F.B. & WEISBERG, S.B. 1989. Management of fish population in large river: a review of tools and approaches. IN: DODGE, D.P. (ed.). *Proc. International Large River Symposium. Canadian Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106:629 p.*
- TORLONI, C.E.C.; CORREA, A.R.A.; CARVALHO Jr, A.A.; SANTOS, J.J.; GONÇALVES, J.L.; GERETO, E.J.; CRUZ, J.A.; MOREIRA, J.A.; SILVA, D.C.; FERNANDES DE DEUS, E. & FERREIRA, A.S. 1993. Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da CESP nos rios Tietê, Paraná e Grande, no período de 1986 a 1991.