

Análise de risco aplicada ao manejo precaucionário das pescarias artesanais na região do Reservatório da UHE-Tucuruí (Pará, Brasil).

Serguei Aily Franco de CAMARGO¹; Miguel PETRERE JR²

RESUMO

As pescarias no reservatório da UHE-Tucuruí no rio Tocantins, Pará, envolvem cerca de 6.000 pescadores e movimentam cerca de R\$ 4,2 milhões/ano. A atividade se concentra em três espécies principais: tucunaré *Cichla monoculus* (capturado com anzol), pescada *Plagioscion squamosissimus* (capturado com rede e/ou anzol) e mapará *Hypophthalmus marginatus* (capturado com rede). Com o objetivo de caracterizar os pescadores e as pescarias do reservatório, criar cenários de aumento do esforço pesqueiro e prever os momentos de conflito pela escassez de recursos, foram levantadas informações da literatura e realizadas duas campanhas de coleta de dados nos anos de 1999 e 2000, envolvendo entrevistas com líderes comunitários e pescadores. As seguintes variáveis foram consideradas: desembarque por espécie-alvo (de acordo com os registros fornecidos pelas colônias de pescadores), artes de pesca, estratégias dos pescadores, conflitos e formas de apropriação do espaço e rendimentos da atividade. Estas variáveis foram inseridas em um modelo dinâmico, simulado no software Vensim PLE para um período de 10 anos a partir de 1999. Os resultados indicam que a pesca de anzol é a estratégia mais rentável, e que possíveis momentos de conflito devido à escassez de recursos podem acontecer em curto prazo (2005). A metodologia utilizada para as simulações e análises de risco também se revelou adequada à realidade local e ao conjunto de dados disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE

Análise de Riscos, Manejo Precaucionário, Pesca Artesanal de Águas Interiores, Teoria dos Jogos, UHE-Tucuruí, rio Tocantins.

Risk analysis applied to the precautionary management of artisanal fisheries in the region of Tucuruí Reservoir (Pará, Brazil).

ABSTRACT

The fisheries in the reservoir of UHE-Tucuruí employ about 6.000 fishermen generating approximately R\$ 4.2 million/year. There are three main target-species: Tucunaré Cichla monoculus (caught with hook and line), Pescada Plagioscion squamosissimus (caught with gill net and/or hook and line) and Mapará Hypophthalmus marginatus (caught with gill net). Published information was reviewed and data collected during two field trips in 1999 and 2000 that included interviews with community leaders and fishermen. The aims were: to get information on the reservoir fisheries and fishermen; create scenarios of fishing effort increase; and, forecast potential conflicts due to the collapse of resources. The following variables were considered: target-species landings (data records supplied by the fishermen's associations), fishing gear, fishing strategies, conflicts, fishing spot allocation systems, and income. These variables, covering a period of 10 years starting from 1999, were entered into a dynamic model, simulated with the Vensim PLE software. The results indicate that the hook and line fishery is the most profitable, and potential conflicts due to resource scarcity could occur in short time (2005). The methodology used for the simulations and risk analysis was found to be suitable for the local reality and available data set.

KEY WORDS

Risk Analysis, Precautionary Management, Inland Artisanal Fisheries, Game Theory, Tucuruí Reservoir, Tocantins river.

¹ Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental da Universidade do Estado do Amazonas - UEA. End. Correspondência: Av. Seis, nº 1195, Santa Cruz - Rio Claro (SP). CEP 13500-430. Fax.: (19)35242361. E-mail: safcam@terra.com.br

² Depto. de Ecologia - Instituto de Biociências - UNESP/Rio Claro. End. Correspondência: Av. 24A, nº 1515, Caixa Postal: 199 - Rio Claro (SP). CEP 13506-900. Fone.: (19)35264100; Fax.: (19)35340009. E-mail: mpetrere@rc.unesp.br

INTRODUÇÃO

A bacia Tocantins-Araguaia com extensão de 2.500km até a foz, localiza-se quase que integralmente entre os paralelos 2° e 18°S e meridianos 46° e 55°W. Sua configuração é alongada no sentido latitudinal. Abrange áreas dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Pará, Maranhão e Distrito Federal; fazendo limites com as bacias do Paraná, Paraguai, Xingu, São Francisco e Parnaíba. A área de drenagem da bacia é de, aproximadamente, 767.000km², seu relevo topográfico é monótono, com altitudes variando entre 200 e 500m, exceto nas nascentes, onde chega a mais de 1.000m, na região de Tucuruí as altitudes são inferiores a 100m (ELETRONORTE, 1987a e Ribeiro *et al.*, 1995).

O reservatório de Tucuruí localiza-se no rio Tocantins, na região central do Estado do Pará (3°43' e 5°15'S; 49°12' e 50°00'W). O fechamento da barragem se deu em 1984, inundando uma área de 2.430km², de acordo com cálculos baseados em imagens de satélite (Fearnside, 1999). Sua construção ocorreu em função da crescente demanda por energia elétrica no país, impulsionada pela mineração de bauxita. Apesar dos impactos ambientais, sociais e econômicos originados pelo represamento do rio Tocantins, uma importante alternativa de subsistência e geração de renda para a população ribeirinha do reservatório permaneceu: a pesca artesanal. A atividade pesqueira, entretanto, foi drasticamente reduzida à jusante da barragem, na região do baixo Tocantins.

Até o início dos anos 90, cerca de 6.000 pescadores atuavam no reservatório, movimentando R\$ 4,2 milhões por ano¹ (Boonstra, 1993). Estes números, de acordo com estimativas dos presidentes das colônias de pescadores do entorno do reservatório, permanecem atuais.

Os pescadores locais atuam com artes de rede e anzol, e suas principais espécies-alvo são o mapará, *Hypopbthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), capturado apenas com rede; o tucunaré, *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831, capturado predominantemente com anzol, e a pescada, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada com rede ou anzol.

Não há histórico de conflitos relevantes entre pescadores no reservatório, sejam eles profissionais ou esportivos; os maiores confrontos se dão pela utilização do espaço. Onde há algum pescador atuando com rede, não se pode pescar com anzol e vice-versa. Também não há histórico de carência de pescado. Entretanto, a composição por espécie das capturas mudou após o represamento do rio Tocantins, havendo uma crescente participação de espécies características de ambientes lênticos. Acredita-se que a alta produtividade primária do reservatório, provocada pela inundação da vegetação, foi responsável por suportar um estoque crescente do filtrador *Hypopbthalmus marginatus* que, atualmente, é uma das principais espécies comerciais da região, capturada com redes nos canais principais do reservatório. Ribeiro *et al.* (1995) mencionam que a pesca desta espécie é realizada com redes de deriva ou arrasto, principalmente no mês de Agosto.

Esta situação de aparente calma não tem deixado de despertar o interesse dos órgãos ambientais governamentais e instituições não-governamentais, relacionados ao setor pesqueiro, em gerar propostas de sistemas de manejo de recursos pesqueiros para a região. O crescimento da economia local, impulsionado pela construção da barragem e facilidade de acesso, pode acabar provocando um aumento na pressão sobre os recursos naturais, exigindo o imediato planejamento daquilo que se pretende realizar a médio e longo prazo.

Há indícios (Carvalho *et al.*, 1995) de que os recursos pesqueiros, no momento, estão sendo sub-explotados. Neste sentido, pergunta-se: supondo-se um crescimento na demanda, até quando a atividade pesqueira pode ser exercida sem conflitos ocasionados pela escassez de pescado? Ou ainda: até que ponto a atividade pesqueira pode ser viável economicamente? A metodologia de análise de riscos, combinada com os preceitos do manejo precaucionário, são ferramentas adequadas para gerenciar a sustentabilidade econômica, ambiental e social da pesca artesanal? Estes métodos e ferramentas podem ser generalizados para outras regiões e/ou sistemas?

Em nível internacional, a literatura envolvendo situações de cooperação (ou não) em relação a bens públicos é vasta (e.g. Alston & Nowell, 1996; Bornstein *et al.*, 1996; Croson, 2000). Entretanto, o conceito de bem público nos casos citados é divergente da realidade da pesca no Brasil. O bem público no sentido em que é tratado pela literatura em Teoria dos Jogos (ambiente de tomada de decisões individuais e coletivas frente a ações do poder público), aproxima-se dos benefícios fornecidos pelo Estado aos cidadãos. Conforme Croson (2000), a principal característica de um bem público é a não-exclusão de usuários, onde os benefícios (ou "payoffs") recebidos por uma pessoa não são abatidos dos pagamentos dos demais. Na pesca há subtrabilidade: o peixe capturado por um pescador não pode ser por outro.

Entretanto, este assunto relacionado aos bens públicos não deixa de ser importante sob dois aspectos: i) quais seriam os incentivos para que os pescadores cooperassem para a manutenção dos estoques pesqueiros e, conseqüentemente; ii) qual seria o nível ótimo dos custos bioeconômicos dos acordos de pesca. Bornstein *et al.* (1996) argumentam que a cooperação intra-grupo para os bens públicos só faz sentido quando o custo pessoal das negociações é menor que o "payoff" do grupo, pois toda contribuição tem um custo, que pode ser em trabalho, tempo, dinheiro, riscos, etc. Neste caso, de acordo com Bornstein *et al.* (1996) é fácil perceber que a estratégia dominante é a de não-cooperação ou "free-riding". No mesmo sentido, Park (2000) reforça a tese de que só haveria incentivo à cooperação, quando os benefícios individuais fossem maiores que os custos das contribuições. Entretanto, enquanto individualmente a estratégia mais compensadora tende a ser a não-cooperação, para o grupo, a coalizão total entre os membros parece ser ideal.

¹ R\$ 1,00 = US\$ 1,00 em 1993 e 1994

Chichilnisky (2000) menciona que os axiomas de von Neumann & Morgenstern (para jogos de n -pessoas) não se aplicam à análise sobre a tomada de decisões, quando envolvem eventos catastróficos ou muito pouco prováveis². Segundo a autora, o que inviabiliza a utilização dos axiomas tradicionais é que um evento muito pouco provável (e.g. ações de prevenção contra a extinção do estoque pesqueiro) possui um valor de utilidade tendente a zero, o que faria com que as probabilidades individuais de ações preventivas também se aproximassem de zero.

A percepção e o dimensionamento do risco da ocorrência de um evento de probabilidade desconhecida depende do conhecimento adquirido pelos indivíduos sobre o sistema (ecológico). Diversos experimentos (Kirchkamp, 2000; Burnham *et al.*, 2000; Ben-Ner & Putterman, 2000) têm demonstrado uma tendência na repetição de estratégias bem sucedidas. Há implicações na distribuição espacial dos jogadores (vizinhos possuem maior facilidade de observação recíproca), no número de ciclos dos jogos (número de repetições), nível de informação, entre outros fatores; mas de maneira geral, a probabilidade de um jogador ou ator repetir uma estratégia bem sucedida (observada durante o jogo) é maior que a inovação.

Essa aversão ao risco, deixa aos tomadores de decisão (ou mesmo aos jogadores) duas alternativas, segundo Palmini (1999): favorecer o aspecto social (no nosso caso, a pesca artesanal) em detrimento dos recursos naturais (estoques pesqueiros), ou estabelecer uma política mais preservacionista. Este dilema tem sido considerado sob os aspectos de risco, incentivando a aplicação do princípio da precaução ao manejo de recursos naturais (Weeks & Berkeley, 2000; Machado, 2002).

Na mesma linha de aplicação do princípio da precaução, Klooster (2000) menciona que as mudanças nas formas de uso dos recursos comuns permanecem ainda pouco compreendidas, e coloca como exemplo uma análise comparativa entre comunidades que exploram recursos madeireiros no México: em uma das comunidades, a corrupção no sistema comunitário de exploração de madeira, favoreceu o contrabando, contrapondo-se a outras que possuíam sistemas institucionais internos legítimos para controlar estes problemas. Para Klooster (2000) a problemática dos comuns constitui uma arena apropriada para se explorar os temas atuais e as questões pertinentes à teoria do desenvolvimento. Isto inclui o papel de instituições informais no desenvolvimento; a criação e sobrevivência dessas instituições; o relacionamento entre Estado e Sociedade Civil e especialmente a necessidade urgente de estratégias que propiciem a conservação do meio ambiente.

Os debates atuais sobre a propriedade comum vão além da Tragédia dos Comuns (Hardin, 1968) e da “Real Tragédia dos Comuns” (Monbiot, 1993), segundo a qual, a “tragédia” estaria na destruição dos sistemas de manejo comunitários que acarretariam a depleção dos recursos naturais. Para Klooster (2000), os analistas têm tentado desenvolver teorias sobre o manejo de recursos comuns, que permitam evitar a falência dos sistemas de manejo.

Para Ruttan (2000) apesar do grande número de estudos que têm sido desenvolvidos em relação aos sistemas de manejo de recursos comuns, falta uma teoria coerente para explicar os sucessos e fracassos apontados pela literatura. Comenta, ainda, que, se organizações como o Banco Mundial financiam iniciativas de manejo comunitário, os administradores devem ser capazes de prever como as ações coletivas se dão sob condições dinâmicas e, nesse aspecto, sugere que a Teoria dos Jogos pode fornecer elementos para a compreensão da natureza estratégica do manejo coletivo de recursos e para prever as consequências das mudanças institucionais.

A década de 90 foi um período no qual a Teoria dos Jogos ganhou notoriedade, devido principalmente à utilização da Teoria da Evolução Biológica entre os economistas. Uma das consequências foi a introdução do conceito de limites de racionalidade que é pressuposto para a aplicação da Teoria dos Jogos. Segundo Ruttan (2000), muitos autores extrapolaram os limites que a disponibilidade de informação impunha à racionalidade e passaram a considerar não apenas os ganhos monetários de uma decisão tomada por um agente, mas também, a expectativa de otimização de ganhos do agente.

Ainda para Ruttan (2000), a Teoria dos Jogos fornece meios para a formulação de hipóteses sobre as relações causais entre as escolhas estratégicas dos indivíduos e as consequências institucionais dessas escolhas e, principalmente, permite que estas hipóteses possam ser testadas pelos administradores (tomadores de decisão). Estas análises podem gerar previsões concretas sobre como os diferentes tipos de recursos, tecnologias de aproveitamento e mudanças institucionais modificam as funções de pagamento e as conseqüentes respostas estratégicas dos atores.

Entretanto, há opiniões contrárias. Wilson (2000) defende a tese de que a Teoria dos Jogos pode ser útil para descrever comportamentos estratégicos, processos institucionais e para a formulação de hipóteses úteis, mas, por outro lado, seria pobre para prever o comportamento em situações de negociação e barganha, que são pontos importantes para o estudo dos sistemas de manejo de recursos comuns.

Bon (2000) menciona que o conhecimento científico nesta área é baseado na natureza dos problemas relacionados aos sistemas de manejo de recursos comuns e nos dilemas sociais. As interações estratégicas humanas podem ser vistas sob o referencial da Teoria dos Jogos, enfatizando as conseqüências, especificamente os pagamentos ao invés do processo de tomada de decisões, onde as relações sociais de poder são encaradas de forma estática. Entretanto deve-se ter em vista que, se a Teoria dos Jogos pretende gerar previsões relevantes ao nível local, deve-se ter claramente definidas a função de produção, que define os pagamentos e sua hierarquia, assim como a resposta dos recursos à pressão de exploração.

²No caso da pesca, esta tese pode ser aplicada à análise sobre decisões individuais e/ou grupais sobre cooperação na manutenção de um estoque de uso comum

Assim, o objetivo principal deste artigo é desenvolver ferramentas matemáticas auxiliares (no contexto da Teoria dos Jogos) para a análise de risco e previsão de momentos de conflito entre os usuários dos recursos pesqueiros do reservatório da UHE-Tucuruí; especificamente:

- i) Conhecer a situação atual dos pescadores e das pescarias do reservatório;
- ii) Simular o crescimento no número de pescadores, devido ao crescimento populacional no entorno do reservatório e;
- iii) Realizar uma previsão dos momentos de conflito devido à sobre-pesca em relação ao potencial de captura e ao aumento no esforço pesqueiro.

Os dados para análise foram obtidos na literatura e em duas campanhas de coleta, realizadas na área do reservatório nos anos de 1999 e 2000. As variáveis consideradas foram: desembarque por espécie, artes de pesca, estratégias dos pescadores, conflitos e formas de apropriação do espaço e rendimentos da atividade pesqueira.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante 1999 e 2000 foram realizadas duas campanhas de coleta na região do Reservatório da UHE-Tucuruí. Em 1999 (Agosto e Setembro), foram percorridos três dos principais pontos de concentração de pescadores, localizados nas sedes das colônias (Marabá, Tucuruí e Nova Jacundá). 37 pescadores foram entrevistados com um questionário fechado. Este abrangia questões sobre a atividade pesqueira (espécies-alvo, petrechos empregados, forma de propriedade desses petrechos, produção, detalhes sobre as pescarias e fiscalização). Este questionário não produziu resultados satisfatórios, pois os pescadores não demonstraram interesse em colaborar. Os dados finais serviram para identificar os grupos de pesca (separados por artes e espécies-alvo) e eventuais conflitos. Os demais dados quantitativos não serviram para análises detalhadas, mas ocasionalmente auxiliam pontos específicos da Discussão.

Ainda em 1999, os presidentes das três colônias foram entrevistados. A partir dessas entrevistas, obteve-se os dados de desembarque das três localidades. Esses dados, distribuídos de forma não uniforme entre 1983 e 1999, serviram como referência para as condições iniciais do modelo de simulação, conforme será detalhado a seguir. Os desembarques não possuem nenhuma medida de esforço associada a eles. Estes dados foram obtidos na literatura.

Durante a campanha de 2000 (Agosto e Setembro), os questionários não foram mais utilizados, realizando-se apenas observações diretas em sete pontos, distribuídos ao longo do reservatório (Figura 1). Esta campanha teve por objetivo confirmar a existência de dois grupos de pesca com estratégias puras (dois grupos distintos e um com estratégia mista); a eventual existência de conflitos; as formas de pesca; espécies-alvo; características de mercado; existência de fiscalização; formas de desembarque e relações existentes

entre pescadores e intermediários. Somente os principais resultados serão apresentados.

Metodologia de simulação

A realização das simulações comparativas entre pescadores de rede e pescadores de anzol (atuando em coalizão implícita com o Estado), teve por objetivo avaliar a eficiência das estratégias empregadas por cada um dos grupos e foram precedidas dos seguintes passos:

- i) Identificação dos grupos de pescadores em função das estratégias de captura e espécies-alvo (considerando as estratégias puras, mistas e as possíveis coalizões entre jogadores);
- ii) Tabulação dos dados obtidos durante as campanhas e dos dados da literatura;
- iii) Estimativas de desembarque total de todas as espécies obtidas, durante as entrevistas; desembarques por espécie-alvo, caracterizadas pelas estratégias de captura; densidade de pescadores, preços de pescado, potencial de produtividade por área, estimado conforme o índice morfo-édáfico de Ryder (1965) utilizado por Carvalho *et al.* (1995), resultando em 3.400t/ano e; capturabilidade, que foi estimada empiricamente através da interação entre o percentual das capturas e o potencial de produtividade;
- iv) Determinação da participação do Estado como detentor do estoque virtual não explorado (Gavaris, 1996).

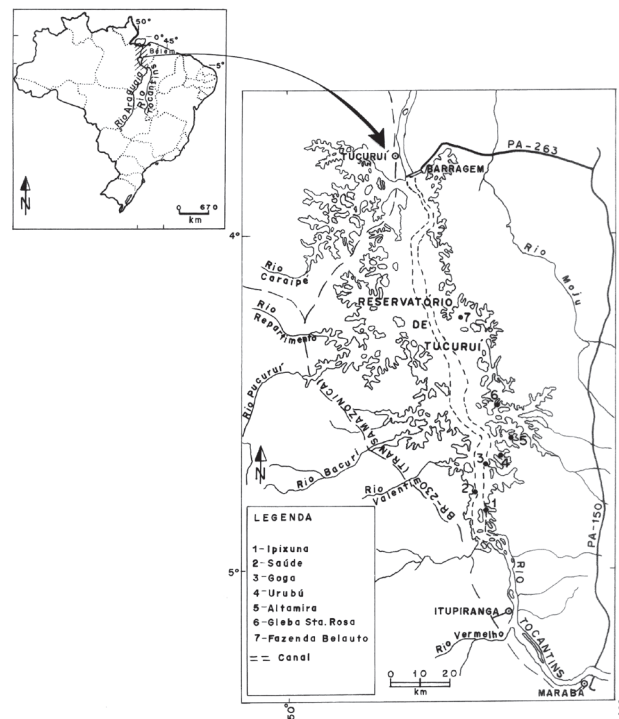


Figura 1 - Localização do reservatório da UHE-Tucuruí e dos pontos percorridos durante as campanhas de 1999 e 2000.

A divisão dos grupos de pescadores foi feita com base nas informações obtidas através das entrevistas. A função objetiva, para calcular o valor de cada uma das estratégias empregadas pelos pescadores, foi obtida a partir dos dados relativos aos desembarques pesqueiros e informações econômicas sobre os pescadores e intermediários (produção*preços). Coloca-se como hipótese da simulação:

• A coalizão entre os jogadores é determinada através dos preceitos do ordenamento. A única possibilidade permitida é entre Estado e pescadores que utilizam artes de anzol, pois as pescarias com redes têm sido reprimidas pela fiscalização.

As simulações foram realizadas no software Vensim PLE (Ventana Systems Inc.³), partindo-se do modelo proposto por Clark (1990), que foi adaptado para o conjunto de dados obtidos e para a realidade local.

$$\frac{dx}{dt} = F(x) - h_1(t) - h_2(t),$$

$$x(0) = x_0,$$

$$h_i(t) = qE_i(t)x(t),$$

$$\pi(x, E_i) = (pqx - c_i)E_i,$$

$$PV_i(E_i) = \int_0^{\infty} e^{-\alpha t} \pi_i(x, E_i) dt,$$

$$0 \leq E_i(t) \leq E_i^{\max}$$

Onde:

- i) $\frac{dx}{dt}$ = taxa de variação do tamanho do estoque (Tons/ Ano);
- ii) $F(x)$ = taxa de crescimento natural da população de peixes;
- iii) $x = x(t)$ = tamanho do estoque no tempo ;
- iv) $h_i(t)$ = taxa de captura com a estratégia ;
- v) $i = 1, 2, \dots, n$;
- vi) q = coeficiente de capturabilidade;
- vii) $E_i(t)x(t)$ = esforço pesqueiro do i -estrategista sobre o estoque no momento ;
- viii) $\pi_i(x, E_i)$ = renda econômica do i -estrategista;
- ix) p = preço;
- x) c_i = custo com o exercício da atividade do i -estrategista;
- xi) PV_i = custos fixos do i -estrategista no tempo.

Observe-se que:

- i) As estratégias têm custos de esforços diferentes;
- ii) os preços são iguais;
- iii) as taxas de desconto são iguais (δ);
- iv) as taxas de variação dos estoques foram simuladas com base no potencial de captura encontrado na literatura, permitindo o estudo da competição dos usuários pelos recursos.

v) Durante as simulações considerou-se: q_1, q_2 = capturabilidade e estratégias (1=anzol e 2=rede).

vi) A Taxa de Recrutamento e a Taxa de Mortalidade Natural foram empiricamente inseridas nos modelos, permitindo as simulações e minimizando a influência dessas variáveis nos resultados finais.

vii) A função de crescimento do estoque $F(x)$ foi adaptada para se ajustar a uma curva logística.

viii) As capturabilidades (para as diferentes estratégias) foram estimadas através da interação entre o potencial de captura e a ordem de magnitude dos desembarques observados pelas colônias, além de dados da literatura.

ix) As densidades dos pescadores foram estimadas através de dados populacionais da região disponíveis na literatura. As taxas de crescimento inseridas no modelo (10%*ano⁻¹), são arbitrárias e vários valores foram testados para verificar a sensibilidade do modelo, servindo para ilustrar o cenário proposto para análise.

x) Os preços de mercado para as espécies-alvo foram estimados a partir dos dados coletados em campo.

RESULTADOS

Dados disponíveis na literatura

Dentre os dados não-publicados, vários relatórios internos da ELETRONORTE (1987a, b; 1989) trazem informações úteis. As tabelas 1 e 2 relacionam as principais informações contidas nesses documentos além do restante da literatura. Estas informações servem como referências para a determinação das condições iniciais das simulações.

Dados coletados em campo

Marabá

A tabela 3 relaciona os principais números da produção desembarcada em Marabá.

Desse volume desembarcado, aproximadamente 2.100t foram destinadas à exportação, principalmente para o mercado consumidor de Belém (Antônio Rodrigues Dias, presidente da Colônia Z-30 dos Pescadores de Marabá, *in litteris*).

A produção de pescado, desembarcada no Município de Marabá (PA), tem sido controlada pela Colônia desde a década de 80. Foram obtidos os dados de controle de desembarque da Colônia, referentes ao período de Janeiro de 1988 até Julho de 1999. Estes dados estão estruturados em termos de produção mensal conjunta de todas as espécies entre Janeiro de 1988 e Maio de 1991. A partir de Junho de 1991 os dados passam a relatar a produção mensal separada por espécie.

Em Marabá, mais de 30 espécies comerciais têm os desembarques anotados. Na Tabela 3, o termo "mistura", indica espécies de baixo valor, não discriminadas pelos apontadores, enquanto "restante" são espécies identificadas

nas planilhas, mas de menor interesse comercial ou menos freqüentes nos desembarques.

A produção desembarcada em Marabá está representada na Figura 2, excluídos os dados de 1992 e 1999, que são bastante incompletos. Em 1995 observa-se uma queda acentuada no desembarque da pescada *Plagioscion squamosissimus* e um leve declínio relativo ao tucunaré *Cicbla monoculus*. Este comportamento, deve-se provavelmente à falhas no sistema de coleta de dados das colônias. O tucunaré *Cicbla monoculus*, de maneira geral, apresentou maior estabilidade. Este fato pode ser explicado por três fatores: i) o alto preço dessa espécie, quando comparado às demais pode restringir sua participação no mercado; ii) a especialização dos pescadores, que não podem adaptar suas estratégias à captura de outras espécies sem prejudicar a pesca do tucunaré *Cicbla monoculus* e; iii) a dificuldade de conservação deste peixe, que prejudica as exportações. Por outro lado, os crescentes desembarques do mapará *Hypophthalmus marginatus*, podem ser explicados por

uma atuação conjunta de três fatores: i) baixo preço; ii) grande demanda no mercado de Belém e; iii) a produtividade primária e o ambiente lântico do reservatório favoreceram o crescimento do estoque natural da espécie.

Tucuruí

A produção de pescado desembarcada no Município de Tucuruí (PA), tem sido controlada pela Colônia Z-32 desde a década de 80. Foram obtidos os dados de controle de desembarque do período compreendido entre Janeiro de 1992 até Maio de 1999 (Rosolino Monteiro Rodrigues, Presidente da Colônia Z-32 dos Pescadores de Tucuruí, in litteris). A Tabela 4 relaciona a produção total das três principais espécies e de todas as restantes, no período mencionado.

Os dados de Tucuruí estão estruturados em termos de produção mensal por espécie entre Janeiro de 1992 e Dezembro de 1993. A partir de Março de 1994 os dados passam

Tabela 1 - Síntese das informações sobre a pesca no reservatório da UHE-Tucuruí, indicando o número estimado de pescadores, a produção estimada em toneladas e o movimento estimado em Reais.

Ano	Número Estimado de Pescadores	Produção Estimada em Toneladas (t)	Movimento Estimado em Reais (R\$)	Fonte
1987	2500	-	-	Portaria SUDEPE (COREG/PA AP N 86, 17/09/87) in ELETRONORTE (1987b)
1988	3000	-	-	ENGEVIX/THEMAG (1989)
1993	6000	3000	4,2 milhões/ano	Boonstra (1993)
1993	2290	-	-	Amaral (1994)

Tabela 2 - Síntese das informações sobre a pesca no reservatório da UHE-Tucuruí, indicando a densidade estimada de pescadores e a produção estimada em toneladas por área (hectares ou área total do reservatório).

Ano	Densidade Estimada de Pescadores	Produção Estimada em Toneladas (t)	Fonte
Antes do fechamento da barragem (1984)	-	452	INPA (1986)
1986	-	14-16 Kg/ha/ano	ENGEVIX/THEMAG (1989)
1987-1988	-	1424	ELETRONORTE (1989)
1989	-	2149	Amaral (1994)
1990	-	2338	
1991	-	2684	
1992	-	2318	
1993	-	1726	
1988	0,5 ind/km ²	-	Carvalho <i>et al.</i> (1995)
Antes de 1993	-	5-8 Kg/ha/ano	
1993	0,8 ind/km ²	-	
1995	1,6-2,1 ind/km ²	4500	

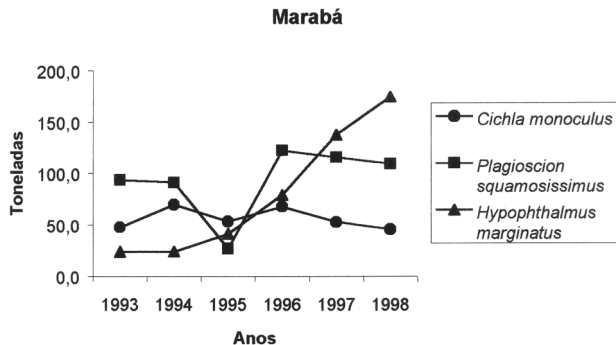


Figura 2 - Produção total para as três principais espécies de pescado desembarcadas em Marabá, PA, entre 1993 e 1999.

Tabela 3 - Desembarques de pescado em Marabá, PA, no período de 1992 a 1999.

Nome Científico	Produção Total (t)
<i>Cichla monoculus</i>	359
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	679
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	498
Mistura	154
Peixe Salgado/Seco	2
Restante (outras spp)	1.824
TOTAL GERAL	3.516

Tabela 4 - Desembarques de pescado em Tucuruí, PA, entre 1992 e 1999.

Nome Científico	Produção Total (t)
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	2.585
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2.124
<i>Cichla monoculus</i>	3.830
Mistura	736
Peixe Salgado/Seco	137
Restante (outras spp)	471
TOTAL GERAL	9.903

a relatar a produção diária por espécie; entretanto, em nenhum caso há qualquer medida de esforço relativa às capturas.

A Colônia Z-32 de Tucuruí forneceu os dados de desembarque de *Cichla monoculus* de 1992 até Maio de 1999. Estes dados são os totais mensais (1992 e 1993) e diários (1994 a 1999) que passaram pela Colônia dentro do período especificado. Como os dados de Marabá são mensais, os dados de Tucuruí foram convertidos para esta unidade a fim de permitir comparações. A Figura 3 representa a produção anual desembarcada em Tucuruí. As tendências observadas na Figura 3 podem ser explicadas

de maneira similar à Marabá. As maiores diferenças de Tucuruí são: i) a escala de produção e; ii) a centralização das exportações para Belém. Estas características podem influenciar diretamente a demanda pelo pescado, impulsionando a captura do mapará *Hypophthalmus marginatus* em detrimento das outras duas.

Atualmente, a pesca comercial praticada no reservatório recai sobre aproximadamente 30 espécies, das quais, as três mais importantes entre 1999 e 2000 foram: *Hypophthalmus marginatus*, *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla monoculus*. O Tucunaré e a pescada (R\$1,00/2,00*kg⁻¹) são mais valorizadas no mercado, atingindo preços entre 5 e 10 vezes mais altos que os praticados para o mapará (R\$0,10/0,20*kg⁻¹). Com base nos preços médios por espécie e na produção relatada, é possível estimar uma movimentação de R\$ 1.633.373,00 só na cidade de Marabá, considerando apenas as três espécies mais importantes, no período de 1992 a 1999. Neste mesmo período, o volume de exportação (2.103t) foi praticamente o dobro do consumo interno (1.292t), revelando a importância da atividade pesqueira para a economia do entorno do reservatório. Nas mesmas condições, em Tucuruí, a movimentação financeira atingiu a cifra de R\$ 9.320.151,00.

A partir dos dados de movimentação financeira, é possível relacionar o rendimento às artes de pesca empregadas, conforme exposto na Tabela 5.

SIMULAÇÕES

O modelo proposto por Clark (1990) foi simulado, sem nenhuma modificação, com a finalidade de se comparar a

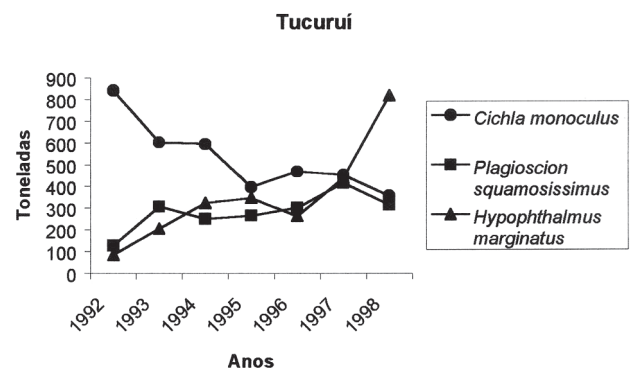


Figura 3 - Produção total para as três principais espécies de pescado desembarcadas em Tucuruí, PA, entre 1992 e 1998.

Tabela 5 - Relação dos rendimentos totais obtidos por espécie e artes de pesca na área de Tucuruí, PA, entre 1992 e 1999.

Espécie	Rendimento em R\$
<i>Cichla monoculus</i> (anzol)	6.285.410,00
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (anzol+rede)	4.205.583,00
<i>Hypophthalmus marginatus</i> (rede)	462.531,60

eficiência das diferentes artes de pesca. Os resultados não foram satisfatórios. O modelo não se aproxima da realidade: não distingue preços entre espécies-alvo/estratégias e as medidas de esforço são constantes.

Após algumas adaptações e testes de sensibilidade, novas simulações foram realizadas. Considerou-se um período de 10 anos, a partir de 1999. Este foi o último ano do qual se tem registro de desembarque através das colônias, por isso a projeção foi realizada a partir dessa data, utilizando-se as médias anuais por espécies-alvo como ponto de partida. Os preços por espécie-alvo foram diferenciados; separou-se a taxa de mortalidade natural da taxa de crescimento natural e todas as medidas de esforço foram mantidas constantes. O valor inicial da variável estoque ou potencial de produtividade foi de 3.400t/ano para todo o reservatório.

Novamente os resultados foram insatisfatórios. Não houve nenhuma modificação no cenário criado, constatou-se a sub-exploração do potencial pesqueiro e percebeu-se uma pequena diferença nos rendimentos para as duas estratégias puras (rede/estratégia 2 ou anzol/estratégia 1). Entretanto, o modelo não permitiu que se fizesse nenhuma previsão de momentos suscetíveis a conflitos, ou que se testasse qualquer hipótese, por não haver incremento no esforço pesqueiro. Observadas estas limitações, foram realizadas mais adaptações, que resultaram no modelo conceitual representado pela Figura 4. A diferença maior deste modelo, em relação aos anteriores, está na variação da densidade de pescadores. O modelo da Figura 4 considera um crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores atuantes no reservatório, pelos próximos 10 anos. Este incremento é esperado devido ao crescimento populacional (já observado em Marabá após o início das obras de construção da barragem), aquecimento da economia local e da facilidade de acesso aos recursos pesqueiros. Neste aspecto, seria lógico prever um aumento na pressão sobre os estoques, e a taxa de 10% ao ano é arbitrária, pois não há relação direta entre o crescimento populacional de Marabá e o incremento da demanda por pescado na região. Neste modelo, os testes de sensibilidade produziram resultados satisfatórios para todas as variáveis, inclusive capturabilidade e densidade de pescadores.

A Tabela 6 apresenta as equações (“baseline conditions”) para a simulação do modelo conceitual da Figura 4.

Nas mencionadas condições, o estoque entraria em declínio a partir do final do segundo ano, e no sétimo iniciaria-se a sobrepesca (Figura 5).

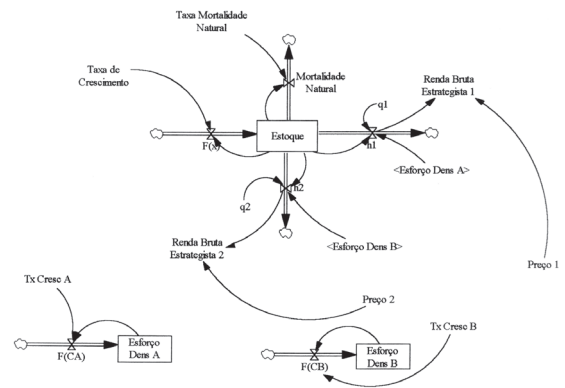
Assim, o crescimento projetado na densidade de pescadores, segundo as diferentes estratégias (anzol/estratégia 1/Dens A e rede/estratégia 2/Dens B) oscilou entre 0,8 e 3,37 pescadores/km², durante o período entre 1999 e 2009. Estas projeções foram criadas em módulos separados do modelo principal (Figura 4) e relacionadas posteriormente através de uma ferramenta disponível no software, denominada “variável sombra”.

As Figuras 6 e 7 ilustram os rendimentos das diferentes estratégias, onde é possível observar uma certa independência do ganho econômico sobre a variação do estoque, em função do aumento do esforço pesqueiro no cenário proposto.

DISCUSSÃO

A pesca e o manejo comunitário dos recursos

Os desembarques do reservatório da UHE-Tucuruí apresentam características distintas em sua composição por espécies através do tempo. É possível observar a partir dos dados apresentados, que houve aumento na participação



Legenda:

- DensA = densidade de pescadores que utilizam anzol;
- DensB = densidade de pescadores que utilizam rede;
- Tx Cresc A = taxa de crescimento da densidade populacional de pescadores de anzol no reservatório;
- Tx Cresc B = taxa de crescimento da densidade populacional de pescadores de rede no reservatório.

Figura 4 - Fluxograma relativo à terceira aproximação teórica ao modelo de comparação de estratégias de pesca, adaptado de Clark (1990).

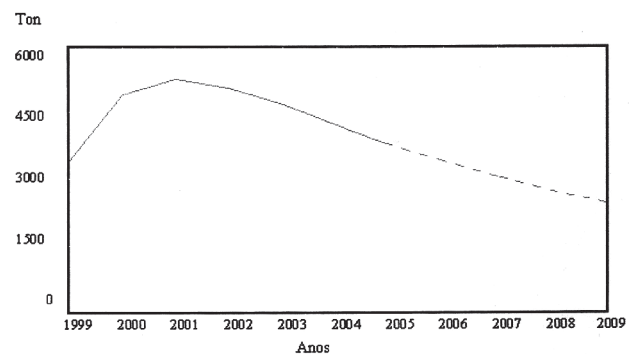


Figura 5 - Variação estimada do estoque no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando uma taxa de crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

do mapará *Hypophthalmus marginatus* na produção total. Nas Figuras 2 e 3, que ilustram a evolução dos desembarques no tempo, é possível verificar a queda da produção de duas das principais espécies (*Cichla monoculus*, *Plagioscion squamosissimus*) entre 1995 e 1996. Após este ano houve uma tendência constante ao aumento, principalmente do mapará. Esta tendência pode ser explicada pelo aumento do esforço pesqueiro sobre a espécie, impulsionado pela pressão do mercado consumidor de Belém, seguido de um crescimento do estoque, suportado pela alta produtividade primária do reservatório e a transformação do ambiente lótico original para um ambiente lêntico.

A população no entorno do reservatório é expressiva, principalmente em Marabá, que atualmente possui cerca

de 168.000 habitantes (mas há também Jacundá com 40.000, Tucuruí com 73.000 e Breu Branco com 32.000; IBGE, 2002). Apesar do crescimento populacional observado nas cidades do entorno após o fechamento da barragem (1984), não se observou nenhuma relação linear direta entre este crescimento populacional e aumento no esforço pesqueiro.

As espécies consideradas mais nobres (tucunaré e pescada) são preferidas pelos pescadores, seus familiares e pela população urbana do entorno do reservatório, enquanto o mapará destina-se, em sua maior parte, à exportação para Belém. De acordo com as entrevistas, este fato explica o motivo da pesca sobre esta espécie, que não é de interesse dos pescadores, mas ocorre por pressão dos intermediários, com quem os pescadores têm dívidas. É

Tabela 6 - Equações ("baseline conditions") para a simulação do modelo conceitual da Figura 4.

#	Equação	Unidade	Observações
01	Esforço Dens A= INTEG ("F(CA)", 0.8)	IND/Km ²	
02	Esforço Dens B= INTEG ("F(CB)", 1.3)	IND/Km ²	
03	Estoque= INTEG ("F(x)"-h ₁ -h ₂ -Mortalidade Natural, 3400)	Tons/ANO	
04	"F(CA)"= Esforço Dens A*Tx Cresc A	IND/ANO	
05	"F(CB)"= Esforço Dens B*Tx Cresc B	IND/ANO	
06	"F(x)"= (Estoque*Taxa de Crescimento)+3400	Tons/ANO	
07	TEMPO FINAL = 10	ANO	Tempo final da simulação
08	h ₁ = Esforço Dens A*Estoque*q ₁	Tons	
09	h ₂ = q ₂ *Esforço Dens B*Estoque	Tons	
10	TEMPO INICIAL = 0	ANO	Tempo inicial da simulação
11	Mortalidade Natural= Estoque*Taxa Mortalidade Natural	Tons/ANO	
12	Preço 1= 1.2	R\$/Kg	
13	Preço 2= 0.3	R\$/Kg	
14	q ₁ = 0.15	Km ² *Pescador ⁻¹	
15	q ₂ = 0.35	Km ² *Pescador ⁻¹	
16	Renda Bruta Estrategista 1= h ₁ *Preço 1	R\$/ANO	
17	Renda Bruta Estrategista 2= h ₂ *Preço 2	R\$/ANO	
18	SAVEPER = TIME STEP	ANO	A frequência das saídas foi salva
19	Taxa de Crescimento= 0.025	ANO ⁻¹	
20	Taxa Mortalidade Natural= 0.01	ANO ⁻¹	
21	TIME STEP = 1	ANO	Passo da simulação
22	Tx Cresc A= 0.1	Pescador*Km ² *ANO	
23	Tx Cresc B= 0.1	Pescador*Km ² *ANO	

possível observar nas Figuras 6 e 7 que o retorno financeiro da pesca do mapará para os pescadores é duvidoso: há necessidade de maior investimento inicial, maior investimento em tempo de trabalho e preços finais inferiores às demais espécies capturadas com anzol.

Não se constatou nenhum tipo de conflito entre os pescadores, sejam eles artesanais ou esportivos. Da mesma forma, também não se pode falar em dilemas ou necessidades de tomada de decisões ao nível local. Na prática, não há competição entre os pescadores, e tampouco consciência de grupo. A estratégia dominante (na verdade a única observada em campo) é a não-cooperação em todos os níveis econômicos ("free-riding"). A única forma de cooperação é a divisão de alimentos entre parentes e/ou amigos. A coalizão simulada entre Estado e pescadores de anzol também é "arbitrária", na medida em que há muita pressão da mídia contra as pescarias de rede, e assim não haveria outra possibilidade de cooperação estável entre jogadores, apesar do Estado não favorecer ninguém de forma concreta.

É digno de registro o contraste entre as observações de Ribeiro *et al.* (1995), e os nossos dados levantados em campo. Ribeiro e colaboradores destacam a importância da pesca de arrasto no reservatório da UHE-Tucuruí, principalmente nos meses de Julho e Agosto, com o objetivo de capturar mapará. Todavia, nos dados obtidos em campo (1999 e 2000), não houve nenhum testemunho de tal prática, e as observações aconteceram supostamente nos meses de pico de utilização de arrasto. Durante algumas entrevistas, os pescadores foram questionados sobre essa técnica ou utilização de redes de deriva e ninguém admitiu empregar tais estratégias, alegando que a vegetação inundada as inviabiliza, danificando seriamente os aparelhos. Isto pode indicar a desconfiança dos pescadores em relação à equipe de coleta (nos dois casos), conforme foi constatado pela precariedade dos resultados das entrevistas.

Conforme mencionado por Carvalho *et al.* (1995), há indícios de que os recursos pesqueiros estão sendo subaproveitados. Apesar da realidade descrita com base nas campanhas de coleta, os cenários criados para as simulações foram pessimistas, tentando reduzir o risco a

ser assumido pelo Estado, enquanto detentor do estoque não explorado (Gavaris, 1996).

Conceitualmente, o primeiro problema a ser enfrentado pelo administrador e/ou usuário é a diferença teórica entre bem público, abordada por diversos autores (Alston & Nowell, 1996; Bornstein *et al.*, 1996; Croson, 2000) e a realidade jurídico-institucional brasileira. De acordo com a Lei nº 5.197/67 (Lei de Fauna) e Decreto Lei nº 221/67 (Lei de Pesca), os recursos pesqueiros são bens públicos de domínio da União e de uso comum. Isto não significa que o acesso a esses recursos é livre, pelo contrário, o acesso aos recursos pesqueiros deve ser objeto de licenciamento (em nível federal e, muitas vezes, estadual).

Esta situação cria uma complicação quando se pensa em incentivos à cooperação para a utilização racional dos estoques: os conflitos entre pescadores legalmente autorizados e os clandestinos. Toda a política setorial para a pesca acaba afetando somente os profissionais licenciados e sempre que resulta em práticas restritivas, favorece a clandestinidade (cf. Klooster, 2000). A análise da relação custo/benefício dos retornos individuais e grupais, como forma de quantificar o incentivo à cooperação entre atores, conforme Park (2000) pode ser influenciada pelos retornos dos pescadores não-cooperativos, que sempre se beneficiariam da redução das atividades por parte dos licenciados. Este viés pode estar acontecendo não só no reservatório da UHE-Tucuruí, como em diversas regiões do Brasil, com a agravante de que o pescado em concordância às especificações legais (e por isso de maior preço) não tem condições de sobreviver à concorrência do pescado ilegal (de menor preço).

Outro aspecto importante é a falta de percepção das relações de causa e efeito dos atos dos pescadores por eles próprios. Comumente os entrevistados reclamam da pesca ou da diminuição na abundância de outros recursos complementares (e.g. caça). Em um caso concreto e típico, um morador do reservatório reclamou da diminuição da abundância do tracajá *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848, mencionando que anos antes seus filhos coletavam diversas

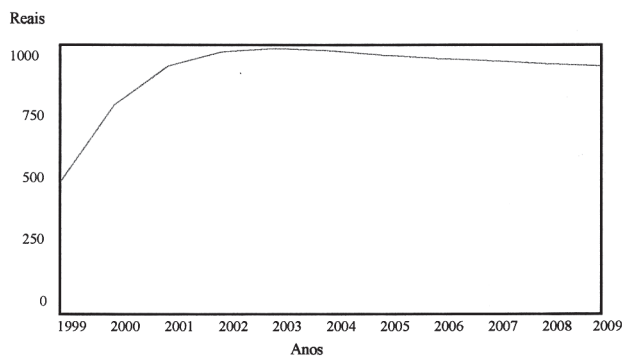


Figura 6 - Variação estimada da renda, em Reais por ano, para a pesca com anzol praticada no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando um crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

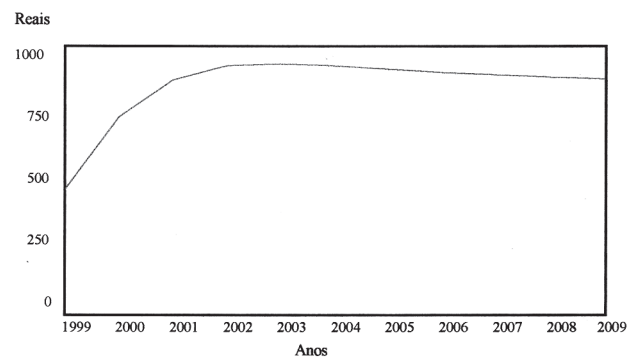


Figura 7 - Variação estimada da renda, em Reais por ano, para a pesca com rede praticada no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando um crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

latas (20 litros) por dia de ovos, nas praias das imediações de sua moradia durante a época de reprodução. Quando questionado sobre as possíveis causas dessa escassez, o pescador respondeu dizendo que era devido à coloração da água do reservatório, que agora estava mais “barrenta”, e não pela coleta massiva de todos os ovos de tracajá ali depositados. Casos semelhantes foram observados em relação ao jacaré e outras espécies da fauna terrestre. Essa percepção de abundância não foi observada em relação à ictiofauna.

Estes depoimentos ilustram a opinião de Chichilnisky (2000), pois na realidade, os usuários (população tradicional das ilhas) aparentemente não avaliam o risco de um colapso nos recursos explorados. Esta é uma alternativa de utilidade zero aos usuários locais. Neste caso, a estratégia do administrador para evitar o risco (seja ele usuário ou não e em qualquer sistema), seria a aplicação dos preceitos do manejo precaucionário, visando um padrão mínimo de segurança, com base em características biológicas e ecológicas das espécies exploradas. Isto se justifica pela falta de conhecimento específico sobre os recursos explorados e características sócioambientais da população residente no reservatório.

Atualmente, inclusive, o princípio da precaução é o mais abordado em Direito Internacional, no qual se destaca o Direito Brasileiro (Machado, 2002). A Constituição Federal de 1988 deixa clara a necessidade da inserção deste princípio em todos os preceitos legais ambientais (art. 225), seguindo a tendência mundial observada em Declarações e Acordos multilaterais, como por exemplo, a Convenção da Biodiversidade.

Diversos autores têm trabalhado com avaliação de riscos (Kirchkamp, 2000; Burnham *et al.*, 2000; Ben-Ner & Putterman, 2000), entretanto, a maior parte da literatura aborda dados provenientes de experimentos controlados. No caso específico da pesca no reservatório da UHE-Tucuruí, a situação é real. Isto causa um nível maior de incerteza ao tomador de decisões, devido à qualidade precária dos dados disponíveis, justificando a previsão do risco da ocorrência de momentos futuros de conflito entre os usuários e práticas precaucionárias, neste caso, utilizando ferramentas matemáticas e simulações de cenários.

O contexto social não deve ser ignorado, principalmente, quando se leva em consideração o montante de recursos movimentado pelo setor e as características culturais da população tradicional. Estas particularidades devem ser ponderadas durante a elaboração de uma política setorial, que influencia o manejo da pesca na região. Entretanto, há variáveis não controladas pelo Estado e nem pelos usuários, que provocam a perda de habitat e prejudicam todo o sistema. Para uma simulação mais completa, essas variáveis devem ser inseridas nos modelos e monitoradas constantemente.

Entretanto, todas as práticas precaucionárias e as ferramentas a elas associadas dependem de um sistema funcional de manejo em nível local (gestão participativa de recursos naturais). A “Tragédia dos Comuns” (Hardin, 1968; Monbiot, 1993) antes estreitamente relacionada à falência dos

sistemas de livre acesso aos recursos e agora imputada à falência das práticas de manejo comunitário, também representa um risco a ser considerado pelo tomador de decisões, principalmente onde estas práticas comunitárias ainda não surgiram e precisam ser incentivadas (cf. Bon, 2000).

Simulações e análise de riscos relacionados à pesca em Tucuruí

No contexto da Teoria dos Jogos, as simulações se mostraram satisfatoriamente funcionais, permitindo a comparação das diferentes estratégias de pesca com flexibilidade para adaptações e inclusão de novas variáveis no modelo. Foram criados dois cenários básicos: um estático, onde o esforço permaneceria constante durante 10 anos (irreal, dado o crescimento econômico da região e perda de habitat); e outro dinâmico, onde haveria um incremento no esforço pesqueiro através do aumento no número de pescadores (ou densidade populacional no reservatório), onde já se observa a tendência, em médio prazo, de sobrepesca. Esta funcionalidade reforça a opinião de Ruttan (2000), onde estas ferramentas matemáticas servem como instrumentos para testes de hipóteses.

No cenário atual, pode-se dizer com um razoável nível de segurança que os recursos são sub-explorados, e os momentos de conflito relativamente distantes, pois os usuários só irão perceber a escassez quando efetivamente faltar pescado. A partir deste momento, haverá uma pressão maior pela seleção dos usuários. Provavelmente, os pescadores mais bem equipados excluirão os demais da atividade. Práticas agressivas de territorialismo também são esperadas. Um nível maior de organização entre os usuários pode surgir, devido ao novo balanço entre investimentos pessoais e níveis de retorno da atividade. Numa situação assim, o sistema de manejo dos recursos acabaria priorizando os estoques, uma vez que há limitações bioeconômicas aos benefícios sociais originados desses recursos, que enfrentariam perigo imediato de falência.

A metodologia de simulações utilizada, enquanto ferramenta para o planejamento de manejo de recursos pesqueiros, é funcional, permitindo a previsão de momentos de acirramento de conflitos pela diminuição da disponibilidade de recursos e aumento do número de usuários, indicando no cenário criado a sobrepesca (cf. Wilson, 2000). De acordo com as simulações apresentadas, a produção entraria em declínio no 2º ano (2001) e a sobrepesca aconteceria em 2005 (Figura 5). Entretanto, quando se comparam as figuras 6 e 7 ao mesmo tempo, percebe-se que os usuários podem ser “enganados” por níveis constantes de rendimento, ocasionados pelo aumento do esforço pesqueiro (aumento no número de usuários). Este tipo de erro também pode influenciar os tomadores de decisão, caso o foco do planejamento das ações de manejo pesqueiro recaiam apenas sobre volumes totais de captura. Estas duas situações poderiam levar a um acirramento de conflitos num momento próximo ao colapso dos estoques.

O levantamento inicial, que serviu de base para as simulações, apresentou uma série de falhas e inconsistências no conhecimento sobre os pescadores e pescarias do reservatório da UHE-Tucuruí. Os dados disponíveis na literatura sobre as pescarias são descontínuos, pois há carência de séries temporais. Os dados da ELETRONORTE (1987a, b; 1989) são, em grande parte, discrepantes. Há oscilações enormes, entre desembarques ocorridos em meses seguidos e nos mesmos pontos de coleta. Este fato se repete para o número de pescadores atuantes nos mesmos meses. Isto provavelmente indica falha no registro dos dados e não reflete a real produção e o esforço pesqueiro do reservatório. Os dados de desembarque das colônias de pescadores são mais constantes, mas não possuem medidas de esforço associadas a eles. Estas tiveram que ser estimadas através de dados da literatura. As entrevistas com pescadores revelaram a desconfiança dos usuários em relação ao Estado, pois todos acreditavam que a intenção do pesquisador era “proibir a pesca”, e não, conhecê-la. Por outro lado, as observações participativas sem a utilização de questionários foram bem sucedidas, permitindo constatar a inexistência de conflitos pelos recursos, a falta de consciência de grupo, falta de organização, pressão da fiscalização pelo fim das pescarias com rede, o que confirmou a hipótese colocada para a coalizão entre Estado e pescadores de anzol.

Dadas estas limitações, as simulações revelaram uma grande sensibilidade do modelo à variações no esforço, que deveria ser monitorado com mais atenção pelos usuários e pelo Estado. Da mesma forma, é interessante observar nas Figuras 6 e 7, que os níveis de rendimento dos pescadores parecem ser próximos à realidade verificada em campo; ainda é possível observar que, financeiramente, a pesca de anzol é a estratégia mais eficiente. Estes resultados, se comparados aos dados do IBGE (2002), indicam também, a parcela da população e da economia local que não foram abrangidas pelos procedimentos de recenseamento, pois de acordo com o Censo 2000, não haveria pessoal ocupado com a pesca artesanal na região de Marabá. Da mesma forma, segundo o IBGE (2002), o movimento econômico do setor é zero. Este resultado sobre os níveis de rendimento é interessante, pois foi obtido através das simulações e não durante as entrevistas, demonstrando a eficácia e validade do modelo nas comparações entre diferentes estratégias de pesca e estimativas de indicadores econômicos para o planejamento setorial.

A maior vantagem constatada através das simulações com o uso do modelo de Clark (1990), foi a flexibilidade para as adaptações necessárias à inclusão das variáveis disponíveis no conjunto de dados obtidos durante os levantamentos iniciais. Essa facilidade de adaptações e a baixa exigência do modelo em relação a séries temporais de dados, servem aos propósitos de planejamento e monitoramento de um sistema de gestão de estoques, com base nos preceitos do manejo precaucionário conforme Weeks & Berkeley (2000) e Machado (2002). Entretanto, a utilização destas ferramentas matemáticas não

deve substituir as práticas tradicionais de capacitação dos usuários para implementação de um sistema participativo. As simulações são úteis para se testar hipóteses, gerar indicadores e monitorar os sistemas de manejo em funcionamento, mas fora de um contexto participativo, com envolvimento dos usuários e do Estado na gestão, não seriam eficazes.

CONCLUSÕES

Atualmente, a situação sócioambiental do reservatório de Tucuruí é peculiar. O mosaico de unidades de conservação que se formou após o término dos nossos trabalhos, parece confirmar a precaução do poder público face à possibilidade de conflitos entre usuários em curto prazo. A regulamentação do acesso aos recursos naturais na região, por meio de um plano de manejo do reservatório é uma realidade próxima, a ser proporcionada pelo Programa de Gestão Ambiental Integrada do Estado do Pará – PGAI/PA (Antônio Augusto Ferreira Filho, Coordenador Técnico do PGAI/PA, comunicação pessoal) de forma participativa, envolvendo os diversos grupos de interesse relacionados direta e indiretamente à questão sócioambiental da região.

Neste contexto, ainda é possível concluir que com um aumento de 10% ao ano no número de pescadores, haverá a possibilidade de conflitos ocasionados pela escassez de pescado, a partir do 7º ano (2005), caso o plano de manejo do reservatório não seja efetivamente implementado até lá. Por outro lado, se em virtude da política setorial do Estado do Pará, a taxa de crescimento da densidade populacional no reservatório for menor, em torno de 5% ao ano, podemos prever riscos a partir do 12º ano (2010). O mesmo efeito pode ser simulado através da redução do coeficiente de capturabilidade. Entretanto, a aplicação prática do princípio da precaução, demanda uma margem de segurança maior no planejamento, motivo pelo qual, optamos por manter o cenário menos otimista.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os pescadores do Reservatório da UHE-Tucuruí, especialmente aos Presidentes das Colônias de Marabá e Tucuruí, por todas as informações prestadas; ao Dr. Getúlio Ricon, pelo apoio em campo; ao CAUNESP pela infra-estrutura; aos refêres, por todas as críticas que possibilitaram melhorar este artigo e; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP (Proc. 98/12927-0), que financiou a execução deste projeto de pesquisa.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alston, R. M.; Nowell, C. 1996. Implementing the voluntary contribution game: a field experiment. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 31:357-368.
- Amaral, B. D. 1994. *Diagnóstico ambiental da atividade pesqueira e sistema de monitoramento e vigilância nas Unidades Demonstrativas das bacias do Tocantins-Araguaia*

- (1), *Médio Tapajós* (2) e *Uatumã* (3). IBAMA/PPG7/ISPN, Brasília. 62p. (Relatório).
- Ben-Ner, A.; Putterman, L. 2000. On some implications of evolutionary psychology for the study of preferences and institutions. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43:91-99.
- Bon, E. 2000. Towards Social & Institutional Darwinism in CPR Theory? *The Common Property Resource Digest*, 55:5.
- Boonstra, T. E. 1993. Commercialization of the Tucuruí Reservoir Fishery in the Brazilian Amazon. *TDC Newsletter*, 28:1-4.
- Bornstein, G.; Winter, E.; Goren, H. 1996. Experimental study of repeated team-games. *European Journal of Political Economy*, 12:629-639.
- Burnham, T.; McCabe, K.; Smith, V. L. 2000. Friend-or-foe internationality priming in an extensive form trust game. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43:57-73.
- Carvalho, M. L.; Petrere, M.; Ribeiro, M. C. L. de B. 1995. *Diagnósticos e Diretrizes para a Pesca Continental*. Projeto BRA/90/005, MMA/ABC/PNUD, 158+37p. (Relatório).
- Chichilnisky, G. 2000. An axiomatic approach to choice under uncertainty with catastrophic risks. *Resource and Energy Economics*, 22:221-231.
- Clark, C. W. 1990. *Mathematical Bioeconomics: the Optimal Management of Renewable Resources*. 2nd Ed. John Wiley & Sons. xiii+386p.
- Croson, R. T. A. 2000. Thinking like a game theorist: factors affecting the frequency of equilibrium play. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 41:299-314.
- ELETRONORTE. 1987a. *UHE-Tucuruí. Relatório Síntese de Ictiofauna (TUC-10-26511-RE)*. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília. 81p. (Relatório).
- ELETRONORTE. 1987b. *UHE-Tucuruí. Plano de Utilização do Reservatório: Programa Especial de Avaliação dos Problemas Referentes à Pesca e ao Pescado no Trecho de Jusante da UHE-Tucuruí (TUC-10-26321-RE)*. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília. Não Paginado. (Relatório).
- ELETRONORTE. 1989. *Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e de jusante – caracterização preliminar (TUC 10-26443-RE)*. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília. 124p. (Relatório).
- ENGEVIX/THEMAG. 1989. *UHE Tucuruí. Plano de Utilização do Reservatório: a pesca nas áreas de influência e de jusante – caracterização preliminar (TUC 10-26443-RE)*. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília. 122p. (Relatório).
- Fearnside, P. M. 1999. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management*, 24(4):483-495.
- Gavaris, S. 1996. Population stewardship rights: decentralized management through explicit accounting of the value of uncaught fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53:1683-1691.
- Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science*, 162:1243-1248.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2002. *Censo Demográfico 2000*. www.ibge.net/home/default.php, acessado em 30 de abril de 2002.
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. 1986. *Estudos de ecologia e controle ambiental na região do reservatório da UHE de Tucuruí: ictiofauna*. Convênio ELETRONORTE/CNPq/INPA, Brasília. Não Paginado. (Relatório).
- Kirchkamp, O. 2000. Spatial evolution of automata in the prisoners' dilemma. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43:239-262.
- Klooster, D. 2000. Institutional Choice, Community, and Struggle: A Case Study of Forest Co-Management in Mexico. *World Development*, 28(1):1-20.
- Machado. P. A. L. 2002. *Direito Ambiental Brasileiro*. 10^a Ed. Malheiros Editores, São Paulo. 1040p.
- Monbiot, G. 1993. The real tragedy of the commons. *Third World Resources*, 41:6-7.
- Palmini, D. 1999. Uncertainty, risk aversion and the game theoretic foundations of the safe minimum standard: a reassessment. *Ecological Economics*, 29:463-472.
- Park, E. S. 2000. Warm-glow versus cold-prickle: a further experimental study of framing effects on free-riding. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43:405-421.
- Ribeiro, M. C. L. de B., Petrere, M.; Juras, A. A. 1995. Ecological Integrity and Fisheries Ecology of the Araguaia-Tocantins River Basin, Brazil. *Regulated Rivers: Research and Management*, 11:325-350.
- Ryder, R. A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 94:214-218.
- Ruttan, L. M. 2000. Games and the CPR Toolkit. *The Common Property Resource Digest*, 55:1-3.
- Weeks, H.; Berkeley, S. 2000. Uncertainty and Precautionary Management of Marine Fisheries: Can the Old Methods Fit the New Mandates? *Fisheries Management*, 25(12):6-15.
- Wilson, R. K. 2000. Games, Behavior and Theory. *The Common Property Resource Digest*, 55:3-4.

**RECEBIDO EM 03/12/2002
ACEITO EM 24/05/2004**