UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CENTRO DE AQÜICULTURA DA UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

Pesca Profissional, Dilemas e Conflitos no Reservatório da UHE-Tucuruí, PA.

Aluno: Serguei Aily Franco de Camargo

Orientador: Prof. Dr. Miguel Petrere Jr

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, do Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Aqüicultura, Área de Concentração em Aqüicultura em Águas Continentais.

Jaboticabal

São Paulo - Brasil

2002

Dedicado a todos aqueles que estão fugindo.

Gabriele Salvatores, 1991.

Agradecimentos

Durante o período em que estive trabalhando no doutorado, contei com o apoio de diversas pessoas e instituições, às quais não posso deixar de expressar minha gratidão. É para elas que passo a escrever.

Hoje, no início de uma nova fase da vida pessoal e profissional, vejo que não poderia deixar de lembrar e agradecer ao Professor Dr. Miguel Petrere Jr, meu orientador. Desde 1995 o Professor Miguel vem conduzindo meus passos durante uma difícil mudança do Direito para a Ecologia. Nestes anos em que passamos trabalhando, por vezes na mesma sala, aprendemos a conviver e nos respeitar. Com ele, comecei a observar e compreender o ambiente e seu componente humano como gente, respeitando a cultura e as necessidades dos pescadores profissionais brasileiros, que têm no Professor Miguel um incondicional defensor.

Agradeço aos professores e funcionários do Centro de Aqüicultura da UNESP/Jaboticabal, por me acolherem em meados de Maio de 2001, proporcionando os meios necessários para que este trabalho pudesse ser concluído. Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro concedido.

Minha família teve um importante papel durante este período, não só pelo incentivo em todos momentos, mas também pelo fornecimento de meios físicos para as coletas de campo. Agradeço João Camargo e Dair Camargo, meus pais, e Katia e Alex, meus irmãos. Entre os familiares, não poderia deixar de agradecer minha querida Carol, que sempre manteve o bom humor e o otimismo por nós dois. Sem ela, certamente tudo seria mais difícil.

Entre os amigos de Manaus, não poderia deixar de agradecer ao Urbano Lopes da Silva Jr, por pacientemente me auxiliar na programação em Vensim PLE, e pelas muitas e exaustivas explicações em Ecologia... Agradeço também aos amigos Mauro Ruffino, Brendan

Dalley, Fery Shodjai, Carlos Edwar, Vandick Batista, Nidia Fabré, Tibério Alloggio, Antônia Barroso, Rosilene Bezerra, Cleucilene Néri, José Vieira Barata e Aubermaia Xabregas, pelas diversas vezes em que me apoiaram, já na fase de conclusão deste trabalho.

Os anos que passei na UNESP/Rio Claro deixaram saudades. Entre os amigos, agora distantes, gostaria de lembrar o apoio de Luiz E. A. Grassi, Angelis Gabriel, Cristina Iamamoto, Getulio Rincón, Pancho Minte-Vera e Carol Minte-Vera, Gina Palma, Silvinha, Adriano Gerim, Paulo Floresta, Mário Benincasa, Maria Aparecida Pion Abuabara, Benedito Amaral, Harold Fowler, Charles Ferreira e Maurício Cetra. Rio Claro deixou muitas marcas, certamente deixei de citar algumas das pessoas que me acompanharam naquela época, mas isso não diminui minha amizade em relação a nenhuma delas. Peço desculpas pelas omissões, foram involuntárias.

Do grupo de Jaboticabal gostaria de agradecer especialmente à Veralice Cappatto, por todo o apoio dado à distância... Agradeço também aos amigos Gilberto Caetano Manzoni e Marcos Cestarolli.

Entre os pescadores, agradeço aos presidentes das colônias Tucuruí e Marabá pelo fornecimento dos dados de desembarque e pela confiança depositada em meu trabalho. Agradeço também a todos aqueles que entrevistei, por me permitirem conhecer um pouco de suas vidas.

Mais uma vez, obrigado a todos.

Sumário

1. Introdução Geral 1

2. A Área de Estudo 4

2.1. Bacia Tocantins-Araguaia 4

2.2. Caracterização Física e Limnológica do Reservatório da UHE-Tucuruí 6

2.3. Aspectos socioambientais 10

3. Pesca e Recursos Pesqueiros 14

3.1. Considerações Gerais sobre Manejo 14

3.2. Os Recursos Pesqueiros 18

3.1. Tucuruí 45

3.2. Nova Jacundá 46

3.3. Marabá 46

3.4. Legislação Pesqueira 47

4. Teoria dos Jogos 49

4.1. Origem, Base Conceitual e Aplicações 49

4.1.1. O conceito simples de jogo 51

4.1.2. Jogo de duas pessoas de soma-zero 52

4.1.3. Jogo de três pessoas de soma-zero 53

4.1.4. Jogos de n-pessoas de soma zero 54

4.1.4.1. Valor do jogo (Yamane, 1977) 57

4.1.4.2. Considerações sobre “Estratégias Mistas” (Yamane, 1977) 60

4.1.5. Jogos de soma não-zero 61

4.2. Aplicações Práticas da Teoria dos Jogos 63

4.2.1. Dilema 63

4.2.2. Conflitos: o ambiente de seleção 66

4.2.3. O fluxo de informações no sistema: a percepção das relações de causa e efeito 71

5. Modelos de Questionários Utilizados nas Coletas 76

5.1. Modelo 1 76

5.2. Modelo 2 79

6. Análise de Risco Aplicada ao Manejo Precaucionário das Pescarias Artesanais do Reservatório da UHE-Tucuruí (PA, Brasil). 81

7. Discussão e Conclusões Gerais 117

8. Referências 123

Resumo

As pescarias no reservatório da UHE-Tucuruí envolvem cerca de 6.000 pescadores e movimenta 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 se conhecer 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 2005. A metodologia utilizada para as simulações e análises de risco também se revelou adequada à realidade local e ao conjunto de dados disponível.

Abstract

The fisheries in the reservoir of UHE-Tucuruí employs about 6.000 fishermen generating about of R$ 4,2 million/year[1]. There are three 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 with the following aims: to get to know the reservoir fisheries and fishermen; create scenarios of fishing effort increase; and, forecast potential conflict due to the collapse of resources. The following variables were considered: target-species landings (data records supplied by the fishermen 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 in the software Vensim PLE. The results indicate that the hook and line fishery is the most profitable, and potential conflicts due to resource scarcity could occur in 2005. The methodology used for the simulations and risk analyses was found to be suitable for the local reality and available data set.

[1] Brazilian currency in late 1990 was about R$1,00 = US$1,00.

1. Introdução Geral

O reservatório da UHE-Tucuruí foi formado em 1984, após o fechamento da barragem, situada no rio Tocantins, na cidade de Tucuruí, 300km rio acima ao sul de Belém. Mesmo antes da existência do reservatório, a população ribeirinha da bacia Tocantins – Araguaia praticava as pescarias profissional e de subsistência. Considerando apenas o reservatório, no final dos anos 90 estas atividades envolviam cerca de 6.000 pescadores profissionais e centenas de comerciantes e intermediários, que movimentavam anualmente cerca de R$ 4,2 milhões (Boonstra, 1993).

A área do entorno do reservatório foi reocupada e hoje apresenta, em alguns pontos, alta densidade populacional. Apesar das modificações no ambiente, as comunidades desenvolveram meios de vida compatíveis com o local e com os recursos explotados, entre eles, os recursos pesqueiros.

Em relação à pesca, as estratégias dos pescadores dependem das espécies-alvo, que podem ser divididas em três grandes grupos: i) espécies de superfície, capturadas com redes de espera armadas com bóias, principalmente a ubarana *Anodus elongatus* e o voador *Bivibranchia protractila* e *Atomaster velox*; ii) espécies capturadas com redes de fundo, onde se destaca o mapará *Hypophthalmus marginatus* e; iii) espécies capturadas com artes de linha e anzol, tucunaré *Cichla monoculus* e pescada *Plagioscion squamosissimus*. Os pescadores que utilizam estas estratégias se organizam em grupos relativamente estáveis, onde não há conflito pelo uso dos recursos, mas sim pela utilização do espaço, pois as redes atrapalham as artes de linha e anzol e vice-versa.

Pode-se entender estes grupos de pescadores, caracterizados por suas estratégias de pesca, formando o contexto de um jogo com a participação do Estado como detentor dos

estoques não aproveitados economicamente. A tendência atual de incentivo à pesca esportiva, evidenciada por programas desenvolvidos pelo Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), tais como o Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora (PNDPA), acaba incentivando a aplicação mais restritiva da legislação pesqueira aos pescadores profissionais e/ou artesanais. Petrechos como redes são considerados "predatórios" e, por este motivo, há forte pressão social e política para que este tipo de pescaria seja proibido.

Esta situação força coalizões específicas entre os atores mencionados: i) pescadores de rede; ii) pescadores de anzol; iii) pescadores de rede e anzol e; iv) Estado. Espera-se que o Estado apóie os pescadores de anzol. O grupo que emprega as duas estratégias pode abandonar ou minimizar a utilização de redes, enquanto o grupo que emprega somente redes acabaria incentivado a atuar clandestinamente.

Assim, os objetivos iniciais desta tese são:

a) Descrever, com base na literatura disponível, a área de estudos com seus aspectos físicos e sociais, suas pescarias, as estratégias empregadas, aspectos relevantes da biologia e ecologia das espécies alvo.

b) Fornecer os conceitos básicos de Teoria dos Jogos utilizados no artigo apresentado no Capítulo 6, com referências práticas à ecologia e pesca. O principal texto consultado sobre este assunto foi o publicado por von Neumann & Morgenstern na década de 40 e re-editado em 1974. A utilização deste texto como base teórica do presente trabalho, justifica-se pela escassez de bibliografia especificamente relacionada à pesca de águas interiores.

c) Apresentar as fichas de coleta utilizadas durante as entrevistas.

O texto está organizado em três grandes partes: a primeira engloba os Capítulos 2, 3, 4 e 5, onde são encontradas a descrição da área de estudos e suas características socioambientais e pesqueiras, os fundamentos lógico-matemáticos das ferramentas de Teoria dos Jogos utilizadas no Capítulo 6 e, por último, estão anexadas as fichas de coleta utilizadas em campo. A segunda é o Capítulo 6, composta pelo artigo científico central do trabalho. A terceira engloba os Capítulos 7 e 8 que são, respectivamente, Discussão e Conclusões Gerais e Referências. Sugere-se que a leitura desta tese comece pelo Capítulo 6, em seguida os Capítulos 2 a 5 e por fim, o Capítulo 7.

2. A Área de Estudo

2.1. Bacia Tocantins-Araguaia

A bacia Tocantins-Araguaia é um dos formadores do estuário do Amazonas, com extensão de 2.500km até a foz. Localiza-se quase que integralmente entre os paralelos 2º e 18ºS e meridianos 46º e 55ºW. 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, 767.000km^2, seu relevo topográfico é monótono, com altitudes variando entre 200 e 500m, exceto nas nascentes, onde as altitudes podem atingir mais de 1.000m e na região de Tucuruí e a foz, onde as altitudes são inferiores a 100m (ELETRONORTE, 1987*a* e Ribeiro **et al**., 1995).

O rio Tocantins é navegável em cerca de 1.900km, de Belém (PA) até Peixe (GO) no Planalto Goiano, na época de cheia. Entretanto, devido à grande quantidade de bancos de areia e outros obstáculos em seu leito, é navegável, durante o ano todo, apenas de Miracema do Norte (TO) para jusante. Sua vazão média é de $25*10^2 m^3 * ano^{-1}$, abastecendo muitas cidades e sendo utilizado para gerar energia elétrica. O rio Araguaia é navegável por 1.162km, entre São João do Araguaia e Beleza. Em seu curso não existem grandes centros urbanos e, apesar de na sua maior parte ser um rio de planície, não apresenta entraves à navegação, não é plenamente utilizado (IBGE, 1997).

A bacia amazônica caracteriza-se por possuir topografia de baixas altitudes e clima quente e úmido, onde atuam os seguintes sistemas de circulação atmosférica: anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul e anticiclone subtropical semifixo dos Açores, origem dos ventos estáveis de E a NE; massa de ar equatorial (mEc) ou sistema de circulação

perturbada de oeste; circulação perturbada de norte; sistema de circulação perturbada de sul decorrente da invasão do anticiclone polar com sua descontinuidade frontal, à frente polar. Os ventos de O, N e S, por serem correntes perturbadas, são responsáveis por instabilidades e chuvas (IBGE, 1997). De acordo com ELETRONORTE (1987*a*), os ventos que predominam na região do reservatório da UHE-Tucuruí, são os do quadrante norte, com velocidade média situada entre 14 e 17km/h.

A temperatura média anual varia entre 24ºC e 26ºC. Temperaturas superiores a 26ºC são registradas ao longo dos cursos baixo e médio do rio Amazonas. Os meses mais quentes (Setembro e Outubro) não registram máximas diárias elevadas em função da intensa nebulosidade e da alta umidade relativa, exceto no médio rio Amazonas e no sudoeste do Pará, onde já foram registradas máximas de 40ºC. Entre Junho e Agosto, as temperaturas são mais amenas, com médias em torno de 22ºC (IBGE, 1997). De acordo com ELETRONORTE (1987*a*) especificamente para a área do reservatório da UHE-Tucuruí, o clima é tropical quente e úmido, com temperatura média anual situada entre 25ºC e 29ºC, com valores mínimos absolutos entre 18ºC e 22ºC e máximos entre 32ºC e 36ºC.

A pluviosidade não se distribui de forma tão uniforme quanto a temperatura. Na Região Amazônica o setor menos chuvoso corresponde ao corredor (NO/SE), que se estende de Roraima ao leste do Estado do Pará, com índices de pluviosidade variando entre 1.500 e 1.700mm/ano. O período chuvoso ocorre nos meses de Verão e Outono. A duração do período seco, de maneira geral, é de 1 a 3 meses/ano, exceto na área ocidental e em torno de Belém, onde não existe sequer um mês seco (IBGE, 1997). De acordo com ELETRONORTE (1987*a*), na região do reservatório da UHE-Tucuruí os meses mais chuvosos se estendem de Junho a Novembro.

2.2. Caracterização física e limnológica do reservatório da UHE-Tucuruí

O reservatório de Tucuruí (Figura 1) localiza-se no rio Tocantins, na região central do Estado do Pará (3º43’ e 5º15’S e 49º12’ e 50º00’W). O fechamento da barragem se deu em 1984, inundando uma área de 2.430km^2, de acordo com cálculos baseados em imagens de satélite (Fearnside, 1999). Entretanto, estes dados não são consensuais, pois de acordo com ELETRONORTE (1989), a área inundada é 2.830km^2, o perímetro é 6.400km e atinge o Município de Itupiranga, localizado 170km à montante; a profundidade média do reservatório é 17,5m, podendo atingir 75,0m nas proximidades da barragem, o tempo de residência médio da água é 51 dias, entretanto nas regiões marginais este período pode ser superior a 130 dias.

Segundo Merona (1987), o baixo rio Tocantins, entre Marabá e Cametá, possuía originalmente um regime hidrológico característico de rios tropicais de tipo “flood”, com uma enchente rápida e de grande amplitude. O nível mais alto das águas ocorre geralmente em Março, e o mais baixo nos meses de Setembro e Outubro, apresentando variação anual média de 9m.

A Tabela 1 relaciona as principais características do reservatório da UHE-Tucuruí.

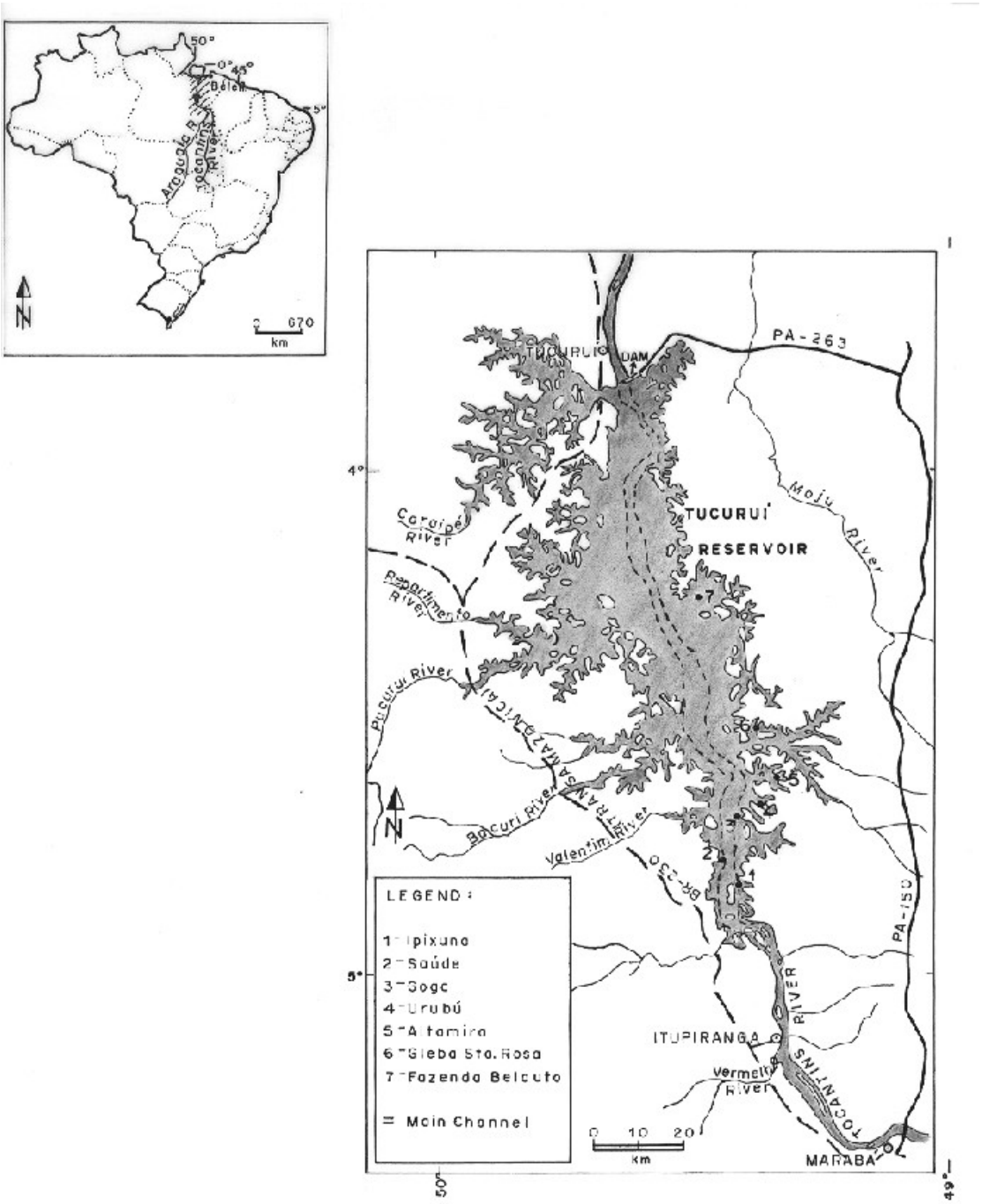

Figura 1. Localização do Reservatório da UHE-Tucuruí e dos pontos percorridos durante as coletas de dados em 1999 e 2000.

Tabela 1. Principais características do reservatório da UHE-Tucuruí em nível normal de operação (cota 72,00m), segundo ELETRONORTE (1987*a*).

	Dados/Unidades	**Valores**
Localização	Latitude sul	3º43' a 5º15'
	Longitude oeste	49º12' a 50º00'
Volume	Bilhões de M^3	45,8
Área de inundação	km^2	2430
Comprimento	km	170
Perímetro	Margem esquerda (km)	2400
	Margem direita (km)	1300
	Ilhas	1700
	Total (km)	5400
Profundidade	Máxima em m	75
	Média em m	18,90
Enchimento	Início	06/09/84
	Fim	30/03/85
	Duração (dias)	206
Nível d'água à montante	Máximo normal (m)	72,00
	Máximo maximorum (m)	74,00
	Mínimo normal (m)	58,00
Nível d'água à jusante	Máximo normal (m)	6,80
	Máximo maximorum (m)	24,50
	Mínimo normal (m)	4,00

Ainda em ELETRONORTE (1987*a*) estão relacionados outros dados gerais referentes à UHE-Tucuruí, tais como a vazão do rio no local da barragem (durante o pré-enchimento, quando a média anual era 11.107m^3/s) e outros menos relevantes.

A caracterização limnológica é útil na determinação do potencial pesqueiro. Na Tabela 2 estão relacionados os valores médios anuais, tomados por base os anos de 1980, 1983, 1985 e 1986, dos principais parâmetros limnológicos da região de Tucuruí, antes e depois da formação do reservatório(ELETRONORTE, 1987*a*).

Tabela 2. Principais parâmetros limnológicos para a região de Tucuruí – valores médios anuais, segundo ELETRONORTE (1987*a*).

	Anos	**Máximo**	**Médio**	**Mínimo**
Temperatura (ºC)	1980/83	30,00	29,10	28,80
	1985/86	30,00	29,40	28,60
PH	1980/83	7,20	6,90	6,60
	1985/86	7,10	6,80	6,50
Condutividade ($\mu s / cm$)	1980/83	48,60	35,90	25,00
	1985/86	72,40	53,63	21,20
Transparência (Secchi, m)	1980/83	1,50	0,70	0,20
	1985/86	7,40	4,00	0,30
Oxigênio (mg/l)	1980/83	7,90	6,90	5,80
	1985/86	7,10	4,30	2,10

2.3. Aspectos socioambientais

A construção do reservatório ocasionou diversos problemas ambientais e envolveu muitos interesses políticos. Uma das questões controvertidas foi o desmatamento da área a ser inundada. Apesar de diversas tentativas para o desmatamento, a área permaneceu em sua maior parte inalterada e praticamente toda a vegetação foi inundada. Fearnside (1997) confirma as informações de ELETRONORTE (1989) que menciona que aproximadamente 88% da área inundada pelo reservatório não foi desmatada, formando os “paliteiros” em regiões marginais, sendo que estes fornecem suporte para várias espécies de macrófitas aquáticas, caracterizando o local, que talvez seja responsável pela abundância do estoque

pesqueiro do reservatório, composto principalmente por espécies iliófagas e carnívoras. A degradação desta vegetação inundada, entretanto, é responsável pela maior parte das emissões de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Fearnside (1997) estimou que o impacto provocado pelas emissões de gases de efeito estufa, decorrente da inundação de florestas na área do reservatório, foi maior do que os eventuais impactos da construção de uma usina termoelétrica.

Economicamente, a construção da UHE-Tucuruí foi questionada por Weil (1983), que afirma que a UHE pode operar lucrativamente por menos de 25 anos, devido ao assoreamento intenso do rio Tocantins. Atualmente, a capacidade instalada da estação de força é 4.000MW (Tucuruí – I), entretanto, com a implementação da segunda fase (Tucuruí – II) esta capacidade poderá atingir 8.000MW em condições ideais (Barrow, 1988; Fearnside, 1999).

Sawyer (1997) realizou um diagnóstico socioeconômico preliminar da população residente nas ilhas do reservatório da UHE-Tucuruí. Durante a realização do mencionado diagnóstico, todas as ilhas existentes foram amostradas. Houve a aplicação de 1.000 questionários, e os principais resultados foram:

i. A média de moradores por domicílio na região é 5,1, com uma população total estimada de aproximadamente 5.228 pessoas em 600 ilhas e 1.025 domicílios.
ii. A região mais habitada é Caraipé (próximo à cidade de Tucuruí), seguida de Jacundá, Pitinga (no Município de Goianésia), FUNAI (Município de Novo Repartimento) e Breu Branco.
iii. 88% dos chefes de família já trabalharam na agricultura, 67,3% foram pescadores, 42,2% coletaram castanha do Brasil *Bertholletia excelsa* e 33,3% trabalharam em outra atividade extrativista.

iv. As espécies mais pescadas, de acordo com as entrevistas são: o tucunaré *Cichla monoculus* (89,0%), o jacundá *Crenicichla* spp (66,6%) e a pescada *Plagioscion squamosissimus* (65,5%).

v. 62% por cento dos entrevistados venderam peixe em 1996. A quantidade mediana de peixe comercializado no ano foi 1.000kg. No mesmo período, o máximo foi 40.000kg.

vi. 54% dos moradores entrevistados caçam e as espécies mais consumidas são: tatu, paca, jabuti, capivara e cutia.

vii. Durante 1996, 66,6% dos entrevistados coletaram bacaba, 63,3% cupuaçu, 33,6% castanha do Brasil (a mediana da castanha coletada foi 10 latas e o máximo foi 300 latas); 35% dos moradores coletam frutos de açaí e 1,7% coletam palmito.

viii. 69% dos moradores plantam cupuaçu, 46,8% plantam açaí, 34,2% plantam cacau, 33,4% plantam castanheira, 81,8% plantam caju e 44,1% plantam café. 52% dos moradores cultivam arroz, 19% feijão e 67,4% mandioca. Em 80,5% dos domicílios há criação de galinhas (com mediana de 15 aves por domicílio).

ix. A saúde é precária, havendo alta incidência de malária e diarréia. O saneamento também é precário. Em quase todos os domicílios a água consumida é proveniente do reservatório e não é tratada. Em 27,6% dos domicílios há instalações sanitárias com vaso.

x. 20% dos domicílios possuem barcos e 93,2% possuem canoa.

Ainda dentro do contexto social, um problema mencionado por Fearnside (1999) em relação à Tucuruí – II (segunda parte do projeto, com a duplicação da capacidade já instalada) é a previsão do aumento da área inundada do reservatório, decorrente do acréscimo de seu nível, que de 72m passaria a 74m, resultando em um aumento de 205km^2 na área inundada, atingindo 2.635km^2, o que seria impraticável do ponto de vista social, pois haveria a necessidade de re-alocação de grande parte da população do entorno.

Neste sentido, Fearnside (1999) cita diversos impactos devido à construção da barragem:

i. A remoção e o reassentamento de grande parte da população local (32.871 pessoas; ressaltando que em 1985, 1.500 famílias ainda permaneciam desabrigadas e em 1988, 2.539 famílias do meio rural e 1.433 urbanas haviam sido realocadas).

ii. Danos financeiros à população, pois desacostumadas a lidar com dinheiro, as pessoas indenizadas acabaram perdendo tudo o que possuíam em um curto espaço de tempo.

iii. Grandes modificações no ambiente aquático do rio Tocantins à jusante da barragem, que prejudicaram a pesca.

iv. Perda de parte da área de reservas indígenas Parakanã, Pucuruí e Montanha e dos problemas gerados pela poluição provocada pela emissão de gás metano, o que afeta a Área Indígena de Trocará, habitada pelos Asuriní.

v. Acréscimo nos índices de incidência de Malária, Mansonia, intoxicação por mercúrio, Schistosomiasis e Chagas, também constatado por Petrere (1992).

vi. Distorção econômica, provocada principalmente pelo fornecimento de energia elétrica subsidiada para empresas de fundição de alumínio em Barcarena, PA e São Luís, MA.

vii. Geração de poucos empregos, a um custo estimado de US$ 2,7 milhões por pessoa empregada.

3. Pesca e Recursos Pesqueiros

3.1. Considerações Gerais sobre Manejo

A população tradicional das ilhas do reservatório tem quatro ocupações básicas: pesca, caça, agricultura de subsistência e coleta. A organização social é familiar, com laços mais estreitos entre os moradores de uma mesma ilha. A dependência dessas comunidades em relação ao meio ambiente é denotada pela pesca e pelos direitos de propriedade que surgem da atividade: propriedade de ilhas, locais para colocação de redes e demais petrechos de pesca.

Neste contexto, faz-se necessária a participação do Estado ao lado das comunidades locais, como entidade normatizadora e fiscalizadora da utilização dos recursos naturais acessados pela população tradicional.

De acordo com Hannesson (1988), os objetivos do Governo, através do manejo de recursos naturais, quaisquer que sejam, diferem de acordo com circunstâncias próprias de cada momento e em cada local. Há, entretanto, objetivos comuns a todo Governo, referentes ao bem estar da população. Dois princípios são importantes neste aspecto: a alocação eficiente de recursos na produção, e a distribuição eqüitativa do resultado.

Hannesson (1988) menciona que os recursos comuns tendem a ser sobre-explotados, pois ninguém é estimulado a conservar, ou efetuar qualquer medida no sentido de incrementar a auto-renovação do estoque, uma vez que os usuários possuem pouco ou nenhum comando sobre a política de acesso aos recursos. Esta situação levaria ao surgimento de "direitos de propriedade" originados em momentos de escassez. Esses direitos de propriedade não refletem uma situação de jogo de soma-zero, no qual o ganho de um usuário reflete simplesmente a perda de outro. A evolução dos direitos de propriedade propicia o aparecimento de uma parcela de lucro, que seria dividida por todos os usuários. Neste caso,

ninguém precisaria perder durante o processo de surgimento e aplicação de direitos de propriedade. Estes direitos devem partir do consenso entre os usuários envolvidos. Refletem os desejos de interação entre pessoas, que percebem novas possibilidades de ajustamento das relações custo-benefício, do processo de explotação de recursos praticado correntemente.

Na literatura econômica predominante nota-se que quando se trata de manejo de recursos naturais, o Estado e os usuários devem agir em conjunto (Almeida, 1998). Para o caso específico da pesca, Laevatsu & Favorite (1988) relacionam, sinteticamente, as formas de manejo de estoques pesqueiros mais comumente utilizadas, suas vantagens e desvantagens, conforme exposto na Tabela 3.

Tabela 3. Formas de manejo de estoques pesqueiros, suas vantagens e desvantagens (adaptado de Laevatsu & Favorite, 1988).

Método de gestão	**Efeitos desejados**	**Efeitos não-desejados (observados)**
Áreas fechadas e/ou defesos sazonais.	Proteção dos estoques reprodutores e/ou juvenis. Prevenção da pesca durante a agregação para a desova (redução da mortalidade).	Aumento dos custos para a prática da pesca, aumento da intensidade de pesca em áreas/épocas não proibidas (reduzindo ou anulando os efeitos desejados).
Tamanho mínimo do peixe.	Aumento da biomassa do estoque (esperança de que o crescimento dos peixes pequenos faça com que a biomassa aumente).	Aumento no tamanho dos petrechos e/ou utilização de maior número de equipamentos (redes, por exemplo). Peixes pequenos (abaixo do tamanho mínimo) descartados mortos; impossibilidade de realização de registros de captura.
Restrições no uso de equipamentos, inclusive tamanho de malha.	Aumento do estoque, prevenção do “bycatch” de espécies importantes para outros grupos de pescadores.	Favorecimento dos interesses de grupos definidos de pescadores, proibição de algumas pescarias e perda de recursos renováveis.
Cotas de captura.	Decréscimo da mortalidade por pesca (aumento dos estoques); recuperação dos estoques.	Super-capitalização das frotas pesqueiras. Cotas de captura diferentes dificultam a sua distribuição justa entre as frotas.

Há diversas teorias para explicar a falência das formas de manejo. Entre elas, uma das mais conhecidas é a Tragédia dos Comuns, proposta originalmente por Hardin (1968) e, posteriormente, comentada por McGoodwin (1990), que menciona que o fato mais questionável sobre o modelo proposto pela Tragédia dos Comuns, adaptado à pesca, é a forma com que a personalidade dos pescadores é tratada. Geralmente, assume-se que quando todo o rendimento originário de um dado nível de esforço diminui ou desaparece, o pescador passa a agir com ganância, capturando tudo o que consegue, no menor espaço de tempo possível. Na prática há alguns estudos que comprovam o contrário (McGoodwin, 1990). Aparentemente, a competição intensa e crescente presente nos sistemas de mercado modernos, induz o pescador à prática dos comportamentos associados à Tragédia dos Comuns.

Ao se referir a um caso prático semelhante ao deste trabalho, Begossi (1998) menciona que os direitos de propriedade de indivíduos, famílias ou comunidades são condições importantes para o manejo local, pois disso depende a exclusão de pessoas de fora da comunidade. Os grupos são competentes para manejar recursos se eles podem excluir outros potenciais usuários e regular o uso conjunto entre os membros do grupo.

De acordo com Begossi (1998), da mesma maneira que os caiçaras, os caboclos amazônicos possuem um conhecimento detalhado de seu meio ambiente. Talvez, diferentemente dos caiçaras, os caboclos sejam socialmente mais abertos, não apenas por causa da alta diversidade do ambiente amazônico, mas também por causa da grande interação com outras comunidades. Por exemplo, pescadores que vivem nos bancos de areia no rio Tocantins têm diferentes meios de subsistência e tecnologia de pesca que os pescadores das cidades. Pescadores das cidades, como Imperatriz (MA), utilizam barcos e redes para a pesca, além de dependerem mais de recursos industrializados, ao passo que a população ribeirinha mais isolada utiliza anzol e linha, canoas movidas a remo e pratica agricultura de pequena

escala. De qualquer maneira, uma dependência forte ou fraca dos recursos naturais pode influenciar no conhecimento moderno do caboclo.

Os pescadores do baixo rio Amazonas têm desenvolvido novas estratégias de manejo para pescarias de lago, contemplando a exclusão de pessoas de fora da comunidade e a regulamentação das atividades de pesca (Begossi, 1998). Ainda de acordo com Begossi (**op. cit.**), as pescarias territoriais na Amazônia são especialmente relacionadas aos lagos, por diversas razões: eles são importantes para a subsistência; são corpos d'água isolados; e os pescadores percebem um vínculo direto entre a pressão de pesca local e a produtividade.

3.2. Os Recursos Pesqueiros[2]

Com o intuito de conhecer a pesca e seus aspectos biológicos e sociais, a ELETRONORTE desenvolveu diversos projetos de pesquisa. Em muitos casos, estes projetos originaram relatórios internos[3].

Em ELETRONORTE (1981), são apresentados resultados de pesca experimental, analisando e comparando a situação em Novembro de 1980 e em Julho de 1981; a pesca artesanal, no mesmo período, somente é abordada em termos de produção geral, conforme disposto na Tabela 4.

---

[2] Em relação à ictiofauna propriamente dita, a bibliografia sobre sistemática apresenta discrepâncias. Assim, optou-se por utilizar como referência principal, a obra de Santos **et al**. (1984), que é um importante trabalho de classificação e descrição das espécies de interesse comercial do Baixo Rio Tocantins. De acordo com esses autores, a denominação das espécies relevantes ao presente trabalho, seria a seguinte:

- Tucunaré *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) e *Cichla temensis* Humboldt, 1833.
- Pescada *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Plagioscion surinamensis* (Bleecker, 1873).
- Mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840).
- Piranha *Serrasalmus eigenmanni Norman, 1929; Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766); *Serrasalmus spilopleura* (Kner, 1860) e *Serrasalmus nattereri* (Kner, 1860).

[3] Convém salientar que, devido à irregularidade na paginação dos documentos, e à freqüente falta de dados sobre autoria e datas, os documentos foram sintetizados da forma que pareceu ser a mais razoável, podendo, contudo, haver erros na seqüência de apresentação dos estudos. Em vários documentos, é difícil determinar com precisão o título e na maioria dos casos, não há correspondência ou referência entre os projetos e os relatórios, sendo importante mencionar que as informações extraídas destes textos devem ser utilizadas com cautela.

Tabela 4. Desembarques e médias mensais nos mercados do trecho Cametá - Marabá (kg) (ELETRONORTE, 1981).

	Cametá	**Mocajuba**	**Ituquara**	**Tucuruí**	**Marabá**
Nov-80	35.800	19.101	3.129		
Dez-80	42.235	20.841	3.269		
Jan-81	15.706	11.888	3.301		
Fev-81	48.434	6.889	3.696	20.851	11.596
Mar-81	37.615	12.534	2.718	23.275	18.000
Abr-81	67.232	7.633	1.770	40.481	11.802
Maio-81	67.360	27.115	3.283	50.902	27.500
Jun-81	44.031	27.162	2.502	26.063	32.300
Jul-81	68.738	35.290	2.960	39.975	26.717
Ago-81	46.984	35.681	2.475	34.794	28.355
Média Mensal	**47.413**	**20.413**	**2.911**	**33.763**	**22.324**

No relatório (CNPq/INPA, 1983) foram avaliados 3 trechos do rio Tocantins, em relação ao potencial pesqueiro de cada um. A produção pesqueira total foi estimada em 4.394t*ano^{-1}, os demais trechos estão relacionados a seguir:

- Trecho 1 – jusante de Tucuruí, numa extensão de 192,5km – produção de 13,5t*km^{-1} *ano^{-1}.
- Trecho 2 – montante de Tucuruí e jusante de Itupiranga, numa extensão de 80km – produção de 5,4t*km^{-1}*ano^{-1}. Trecho inundado pelo reservatório. Acredita-se que a baixa produção (estimada) estaria relacionada às dificuldades de acesso à região pela navegação e aos locais de pesca, e não a uma baixa produtividade. A região é

constituída por muitas corredeiras e cachoeiras. A população do baixo Tocantins possui alimentação tradicional à base de peixe, com consumo per capita estimado em 19,9kg*habitante^{-1}*ano^{-1}.

- Trecho 3 – montante de Itupiranga, numa extensão de 115km – produção de 11,9t*km^{-1} *ano^{-1}.

Com o fechamento da barragem, Bittencourt (1985) apresentou os resultados dos estudos sobre o efeito em curto prazo do represamento sobre as comunidades de peixes, à jusante e à montante da barragem; produção pesqueira e biologia das espécies mais representativas. Em Acari-Pucu e Icangui na época de pré-enchimento, nos períodos entre Julho e Novembro, o número de espécies era maior. A diferença real é provavelmente menor do que a apresentada, pois a intensidade da pesca experimental foi menor em 1985 que nos anos precedentes. A abundância de peixes também foi menor nas duas estações de 1985. A diversidade e a eqüitabilidade mostraram evoluções diferentes. Observou-se grande diminuição na importância relativa dos consumidores lênticos e aumento concomitante dos predadores na organização trófica. Os planctófagos (tais como o mapará *Hypophthalmus marginatus*) também foram menos abundantes naquele ano.

Bittencourt (1985) menciona que, de maneira geral, o isolamento da área de jusante parece não ter prejudicado a condição dos peixes, pelo menos na primeira fase. Os efeitos mais evidentes estão relacionados à abundância das populações. Neste contexto, o desaparecimento da ubarana *Anodus elongatus* (migrador) devido à existência da barragem é evidenciado pelo aumento da população do mapará *Hypophthalmus marginatus* em 1985, conforme os dados de pesca comercial.

Na área do reservatório, a atividade pesqueira só começou a ser observada a partir de alguns meses após este ter atingido sua cota máxima. Naquela época, a pesca se concentrava, principalmente, no tucunaré *Cichla ocellaris* e *C. temensis*, capturado com linha de mão e

caniço. A pesca, entretanto, era reduzida, pois a produção de jusante do reservatório ainda era abundante, desestimulando a pesca no reservatório (Bittencourt, 1985). Na região de Itupiranga foi observada a pesca sobre grandes bagres (a partir de Setembro), visando a exportação para o sul do país.

Na região de jusante do reservatório, a pesca recaiu sobre as espécies migradoras: curimatã *Prochilodus nigricans* e pacu *Mylossoma duriventre*, uma vez que estas tiveram seu curso migratório ascendente interrompido pela barragem, e se concentraram próximos a ela (de Junho em diante) sendo intensamente pescados (Bittencourt, 1985). Entre Cametá e Mocajuba ocorre a pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum*, praticada em Abril, quando as águas estão altas.

ELETRONORTE (1987*b*) apurou que o principal ponto de desembarque de Nova Jacundá é a Gleba Santa Rosa, com um montante médio estimado entre 8 e $10t*dia^{-1}$, possuindo entre 60 e 70 barcos atuantes. Noventa por cento dos pescadores atuantes nesta localidade são provenientes de Estados do Nordeste, do reservatório de Sobradinho e migraram para a região após a formação do reservatório.

ELETRONORTE (1989) relacionou as principais características da pesca entre Cametá e Marabá. As descrições basearam-se em dados coletados no Mercado de Cametá; em Matinha, na Vila Residencial da ELETRONORTE e nos Mercados Novo e Velho de Tucuruí; nos Mercado de Marabá (e nos Mercados Amapá, Cabelo Seco, “km-0” e São Félix, todos no Município de Marabá), Mocajuba, Baião, Itupiranga e Gleba Santa Rosa (Município de Nova Jacundá).

Segundo ELETRONORTE (1989) a coleta desses dados de produção pesqueira, abrangeu o período de Junho de 1987 até Setembro de 1988. Foram anotados dados pessoais dos pescadores, local de pesca, petrechos utilizados, espécies capturadas, produção total, habitat de captura, tempo de pesca (em horas), profundidade do local de pesca, quantidade e

especificações dos petrechos utilizados, tipo de embarcação, quantidade de gelo levada, preço do gelo (em kg), preços do pescado praticado pelo pescador e pelo marreteiro. O termo "mistura" foi empregado sempre que não era possível estabelecer a captura por espécie em peso numa dada pescaria. Paralelamente, no Mercado Novo de Tucuruí, foram anotados dados biométricos do pescado capturado: peso (g) e comprimento total (mm). Devido a diferenças na freqüência de amostragem, as produções foram extrapoladas e padronizadas para 30 dias de desembarque em cada mercado. No mesmo sentido, nos mercados à jusante do reservatório o pescado proveniente de outras localidades foi excluído. Foram definidas como unidades de esforço: i) número de viagens; ii) número de pescadores; iii) m^2 de malhadeira; iv) quantidade de caniços e; v) quantidade de matapis, que são armadilhas para a captura do camarão. As CPUE's (capturas por unidade de esforço) foram obtidas através da seguinte relação:

$$CPUE = \frac{C}{f}$$

Onde:

- $C =$ Captura em peso (kg);
- $f =$ esforço.

Os principais resultados observados em ELETRONORTE (1989) estão relacionados nas Tabelas 5 e 6. Entretanto, no texto original não há indicação sobre os procedimentos utilizados para as estimativas de produção pesqueira.

Tabela 5. Produção pesqueira observada e estimada (t), esforço (número de pescadores) e CPUE (kg/pescador/viagem), de acordo com ELETRONORTE (1989).

	Jusante				**Reservatório**				**Montante**			
Meses	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**
Jun-87					61	63	841	75				
Jul-87					93	96	1.019	94				
Ago-87	10	14	669	21	101	108	1.280	85				
Set-87	54	70	1.933	36	89	98	1.247	79				
Out-87	27	33	2.230	15	77	77	872	88				
Nov-87	25	31	1.360	23	68	73	1.061	69				
Dez-87	20	24	1.219	20	14	70	1.205	58				

Tabela 6. Produção pesqueira observada e estimada (t), esforço (número de pescadores) e CPUE (kg/pescador/viagem), de acordo com ELETRONORTE (1989).

	Jusante				**Reservatório**				**Montante**			
Meses	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**	**Observada**	**Estimada**	**Esforço**	**CPUE**
Jan-88	26	32	1.504	21	66	69	900	76	5	5		
Fev-88	15	35	1.660	21	78	81	1.103	73	7	7		
Mar-88	12	20	868	24	100	107	1.683	63	11	11	329	33
Abr-88	42	63	3.135	20	156	174	1.995	87	29	31	276	112
Maio-88	73	91	4.861	19	167	221	2.668	83	123	178	1.992	90
Jun-88	62	79	3.156	25	122	139	2.029	69	45	53	903	59
Jul-88	75	84	2.665	31	145	158	2.575	61	43	52	679	76
Ago-88	86	88	3.085	28	130	153	2.567	59	60	64	930	69
Set-88	58	60	2.486	24	79	103	1.772	58	18	21	436	48
Total*	520	640			1.202	1.424			341	423		
Media*	43	53	2.352	23	100	119	1.702	70	38	47	792	69

* os totais e as médias referem-se ao período de Outubro de 1987 a Setembro de 1988.

Durante o período abrangido por ELETRONORTE (1989), a produção estimada do reservatório (1.424t) foi maior que a de jusante (640t), sendo observadas altas correlações entre captura e esforço nas três regiões: $r = 0{,}92$ à jusante; $r = 0{,}91$ no reservatório e; $r = 0{,}98$ à montante. Conforme mencionado acima, nas Tabelas 5 e 6, a coluna referente à produção pesqueira estimada não foi explicada no texto original, não há referência sobre a forma com que estas estimativas foram feitas.

No reservatório, 68% da captura foi realizada com caniço, 20% com malhadeira e o restante com tarrafa e espinhel; o habitat mais produtivo foi a "galhada" ou "paliteiro" (vegetação inundada, localizada próximo às margens), responsável por 33% da produção. Das 49 espécies comerciais capturadas no reservatório, três (pescada *Plagioscion* spp com 21% de participação relativa, tucunaré *Cichla* spp com 57% e curimatã *Prochilodus nigricans* cujo percentual não foi mencionado) ocorreram em quantidades superiores a 10t/ano. O caniço foi utilizado no reservatório, principalmente, para a captura do tucunaré *Cichla* spp e da pescada *Plagioscion* spp. O espinhel, armado distante das margens, captura principalmente a pescada *Plagioscion* spp; a malhadeira e a tarrafa capturam principalmente a curimatã *Prochilodus nigricans* (ELETRONORTE, 1989).

De acordo com ELETRONORTE (1989), as zonas de maior volume de captura são as zonas de Caraipé e Município de Nova Jacundá, responsáveis por cerca de 45% do total. A zona de transição e as proximidades da barragem apresentam menores volumes de captura: 9% e 14% respectivamente. Em Caraipé a pesca é seletiva e visa o tucunaré *Cichla* spp, cujo volume de captura corresponde a 95% do total, apresentando o maior contingente de pescadores do reservatório, onde a CPUE foi estimada em 58kg/pescador/viagem.

Segundo ELETRONORTE (1989) as espécies do gênero *Cichla*, no reservatório de Tucuruí, foram as mais importantes para a pesca comercial e responsáveis por 57% da captura

total. No período compreendido entre Outubro de 1987 e Setembro de 1988 foram capturadas 1.424t de pescado, das quais 807t foram de tucunaré, conforme disposto na Tabela 7.

Tabela 7. Produção (t), esforço (número de pescadores) e CPUE (kg/pescador/viagem) para o gênero *Cichla* (adaptado de ELETRONORTE, 1989).

	Produção	**Esforço**	**CPUE**
Jul-87	40	535	75
Ago-87	48	598	80
Set-87	52	670	77
Out-87	51	645	79
Nov-87	60	909	66
Dez-87	55	960	57
Jan-88	67	901	75
Fev-88	70	1.074	65
Mar-88	84	1.502	56
Abr-88	86	1.347	64
Maio-88	88	1.441	61
Jun-88	67	1.007	66
Jul-88	72	1.280	57
Ago-88	60	1.237	48
Set-88	47	970	48
Total	**807**		

No reservatório a captura do tucunaré *Cichla* spp era feita com linha de mão e caniço, utilizando anzóis de números 7 e 8, principalmente em regiões de galhada (ELETRONORTE, 1989).

Segundo ELETRONORTE (1989), no período compreendido entre Outubro de 1987 e Setembro de 1988 foram capturadas 302t de pescada *Plagioscion squamosissimus* no reservatório, o que corresponde a, aproximadamente, 21% da produção total. A área de maior incidência destas espécies estava entre a zona intermediária e as imediações da Gleba Santa Rosa. Nesta área, no período mencionado, foram capturadas 231t de pescada *Plagioscion squamosissimus* (76% da captura total da espécie no reservatório). Estas espécies foram mais freqüentes no meio da represa e para sua captura foram utilizados, principalmente, caniço e linha de mão (68% da produção total), com anzóis números 7 e 8, e malhadeiras (23% da produção total) medindo entre 100 e 400m de comprimento, 1 a 2m de altura e malha entre 8 e 13cm (entre nós opostos). As pescarias da pescada *Plagioscion squamosissimus* são praticadas durante o dia, e realizadas por dois pescadores, trabalhando em conjunto, com um rendimento médio (na época) de 77kg/pescador/viagem na vazante/seca e 5kg/pescador/viagem na enchente/cheia. A Tabela 8 relaciona dados de produção, esforço, CPUE e vazão afluente entre Junho de 1987 e Dezembro de 1988.

Tabela 8. Produção (t) de *Plagioscion squamosissimus*, esforço (número de pescadores), CPUE (kg/pescador/viagem) e vazão afluente (m^3) para o reservatório da UHE-Tucuruí (adaptado de ELETRONORTE, 1989).

	Produção	**Esforço**	**CPUE**	**Vazão Afluente**
Jun-87	26	395	65	4.310
Jul-87	54	556	96	3.008
Ago-87	59	1.025	57	2.418
Set-87	44	2.397	18	1.845
Out-87	24	223	110	2.170
Nov-87	11	762	15	2.912
Dez-87	12	2.096	6	8.049
Jan-88	0	63	1	13.431
Fev-88	0	119	1	15.912
Mar-88	0	85	3	23.986
Abr-88	0	42	5	24.659
Maio-88	15	196	76	18.189
Jun-88	52	765	68	7.606
Jul-88	61	1.138	53	4.296
Ago-88	79	1.072	74	3.098
Set-88	47	562	83	2.118
Out-88	30			
Nov-88	15			
Dez-88	4			
Total	**533**			

Durante o mesmo período (1987/1988) a produção total da curimatã *Prochilodus nigricans*, no reservatório, foi 67t. Os dados de CPUE variaram entre 9 a 127kg/pescador/viagem, com pico de produção no mês de Agosto. No reservatório, esta espécie foi mais capturada nas galhadas, entre os meses de Abril e Maio, enquanto que em Junho sua incidência foi maior nas praias (ELETRONORTE, 1989).

Segundo ELETRONORTE (1989), houve um aumento na captura desta espécie, se comparado a 1981. Este aumento na produção deve-se à grande quantidade de perifiton nas galhadas submersas. Esta espécie foi mais importante na região de jusante, principalmente em Cametá. Sua ocorrência no reservatório foi, relativamente, pequena (na época): 0,4t em 1981 e 2t em 1987/1988. Os principais petrechos utilizados em sua captura foram a malhadeira de espera, malhadeira de deriva e rede de bloqueio.

Em 1987, houve um trabalho de campo (ELETRONORTE, 1987*a*) com os objetivos de: i) inventariar as espécies presentes na região do reservatório; ii) obter dados para avaliar a quantidade de pescado desembarcado nos principais mercados ao longo do rio; iii) acompanhar mudanças da ictiofauna na área de influência do reservatório e; iv) avaliar o potencial das espécies que se desenvolveram no ambiente lêntico, formado pelo represamento do rio.

Para a realização do mencionado trabalho (ELETRONORTE, 1987*a*) foram feitas excursões periódicas em 1980, 1981, 1982, 1984, 1985 e 1986, cobrindo as fases de pré-enchimento e pós-enchimento do reservatório. As coletas foram realizadas nos seguintes pontos: Acari Pucu (sob influência de maré), Icangui (perto da barragem), Breu Branco (ponto mais fundo do reservatório), Jatobal (meio do reservatório) e Itupiranga (extremo sul do reservatório). Durante os levantamentos de campo, os mercados mais importantes foram: Cametá, Tucuruí e Marabá.

Dentre os resultados apresentados em ELETRONORTE (1987*a*), podem ser destacados os seguintes:

i. Foram inventariadas 318 espécies de peixes, pertencentes a 9 ordens (Clupeiformes, Osteoglossiformes, Characiformes, Gymnotiformes, Siluriformes, Beloniformes, Perciformes, Tetraodontiformes, e Pleuronectiformes) e 29 famílias (das quais 8 de Characiformes, 9 de Siluriformes e 2 de Perciformes).

ii. As ordens que apresentaram maior número de espécies foram: Characiformes (105 espécies), Siluriformes (85 espécies) e Perciformes (29 espécies).

iii. Após o represamento as espécies ictiófagas, de maneira geral, foram beneficiadas e a freqüência das iliófagas diminuiu, conforme disposto na Tabela 9.

Tabela 9. Freqüência de ocorrência das espécies mais comuns, nas fases de pré e pós-enchimento (%) (adaptado de ELETRONORTE, 1987*a*).

	Freqüência de ocorrência (%)	
Espécie	**Fase de pré-enchimento**	**Fase de pós-enchimento**
Curimata cyprinoides	20,03	0,18
Auchenipterus nuchalis	9,77	0,94
Hemiodus unimaculatus	9,47	3,30
Curimata amazonica	5,13	0,15
Hemiodopsis argenteus	4,21	3,87
Boulengerella ocellata	4,11	1,45
Triportheus albus	3,00	3,89
Rhaphiodon vulpinus	3,00	3,66
Serrasalmus spp	0,92	28,79
*Serrasalmus rhombeus**	0,39*	17,75*
Parauchenipterus galeatus	0,00	17,91
Hydrolycus scomberoides	2,67	3,16
Semaprochilodus brama	0,46	3,34
Outros	37,23	29,36
Total	**100,00**	**100,00**

* espécie não incluída nos cálculos dos totais.

iv. Em termos de produção pesqueira, o trecho estudado pode ser dividido em três regiões, com características semelhantes: Acari Pucu e Icangui (à jusante da represa, com produção alta e estável, predominando as espécies: *Curimata amazonica, Curimata cyprinoides, Anodus elongatus, Hemiodus unimaculatus, Hemiodopsis argenteus, Prochilodus nigricans, Semaprochilodus brama, Triportheus angulatus, Triportheus albus, Prochilodus squamosissimus* e *Prochilodus surinamensis*), Breu Branco e Jatobal (área de corredeiras inundado pelo represamento, com produção variável e predomínio das seguintes espécies: *Serrasalmus rhombeus, Hydrolycus scomberoides, Raphiodon vulpinus, Boulengerella ocellata, Hypophthalmus marginatus, Paulicea lutkeni, Curimata cyprinoides* e *Curimata amazonica*) e Itupiranga (abrangendo o trecho que vai do término das corredeiras até a confluência entre os rios Tocantins e Araguaia; neste trecho a produção costuma ser boa, porém com forte sazonalidade, variando entre 100 e 200kg por 1.100m^2/24h, onde a época melhor é Novembro e a pior é Julho, apresentando predomínio das seguintes espécies: *Prochilodus squamosissimus, Raphiodon vulpinus, Cynodon gibus, Boulengerella ocellata, Anodus elongatus, Hemiodus unimaculatus* e *Curimata ciliata*).

v. O montante de pescado desembarcado, no período de pré-enchimento, nos mercados existentes no trecho estudado foi: 279t em Cametá, 242t em Mocajuba, 159t em Baião, 209t em Tucuruí. O consumo médio de pescado por habitante durante o período de 1 mês foi estimado em 4kg/hab/mês. A pesca de subsistência foi responsável pela captura de 1.702t (quantidade estimada através da multiplicação do consumo por habitante e número de habitantes do meio rural, que entre os anos de 1982 e 1984, era 34.588 habitantes).

Merona (1990) menciona que logo após o fechamento da barragem, as capturas à jusante caíram drasticamente. Apenas entre Agosto e Outubro de 1985 foram registradas altas capturas. Este aumento inesperado ocorreu devido à pesca do mapará *Hypophthalmus marginatus*. A depleção dos demais estoques fez com que os pescadores começassem a pescar juvenis de mapará *Hypophthalmus marginatus* durante sua migração rio acima. Esta pressão de pesca refletiu (negativamente) nas capturas do ano seguinte. A partir do final de 1985 as capturas e CPUE's aumentaram exponencialmente. Neste trabalho o autor menciona que o estoque de mapará no baixo Tocantins pode estar sendo sobre-explotado, devido, talvez, à incapacidade da espécie em se adaptar às novas condições ambientais (após o fechamento da barragem).

Outro tipo importante de pescaria, do baixo rio Tocantins, recai sobre o camarão *Macrobrachium amazonicum*. Segundo Collart (1991), sua produção em Cametá, estimada através de estatísticas pesqueiras, decresceu significativamente após o fechamento da barragem. Em 1981, a captura total foi de 179t, decrescendo para 121t em 1985 e para 60t em 1986. Em 1987 a produção voltou a aumentar, atingindo 91t e diminuiu para 62t em 1988. Antes de 1984 a variação anual na abundância de camarões estava diretamente relacionada com o regime hidrológico do rio Tocantins. A relação entre a captura anual em Cametá e o nível máximo da água, medido no mesmo ano em Tucuruí na época de cheia, é dada por:

$$C_i = 28.63 * H_i - 142.97$$
$$(r = 0.976; P < 0.01)$$

Onde:

C_i é a captura no ano *i* em toneladas;

H_i é o nível máximo da água no ano *i* em metros.

Para Collart (1991), a construção do reservatório afetou a captura do camarão, mas não modificou seu padrão sazonal: capturas maiores foram observadas entre Abril e Junho,

durante a queda das águas, logo após o fechamento da barragem. O pico reprodutivo da população foi encontrado em maio; o tamanho médio dos camarões mostrou o mesmo padrão sazonal na percentagem de fêmeas ovadas. A mesma autora menciona que a relação entre a produção pesqueira e intensidade da enchente é um fenômeno bem conhecido. As pescarias em muitos rios tropicais estão baseadas em peixes de 1 ou 2 anos de idade, e a melhor correlação aparece entre a captura de peixes no ano *i* e o regime de enchentes nos dois anos anteriores. Entretanto o ciclo de vida do *M. amazonicum* dificilmente atinge dois anos e a maior época de reprodução da espécie no rio Tocantins (Maio) envolve fêmeas de 6 meses de idade (recrutamento em Novembro), assim a produção do camarão é afetada pelo ciclo de enchente do mesmo ano.

Neste contexto, Collart (1991) concluiu que em Tucuruí, o *M. amazonicum* não foi muito afetado pela implantação do projeto da UHE. A população de camarões da época no reservatório (logo após o fechamento) mostrou uma rápida resposta às mudanças ambientais, adotando características lacustrinas tais como a diminuição do tamanho e *female biased sex-ratio*. O sucesso desta espécie de camarão em colonizar uma grande área geográfica na América do Sul resulta de sua plasticidade em adaptações ecológicas rápidas em diferentes ambientes.

Petrere (1992) realizou uma estimativa de captura para a bacia Amazônica. A Tabela 10 relaciona as estimativas para o rio Tocantins e para o reservatório da UHE-Tucuruí.

Tabela 10. Estimativas de capturas da bacia Amazônica segundo Petrere (1992).

Centro	**Captura (t/ano)**	**Ano**
Rio Tocantins	4.500	1990
Reservatório de Tucuruí	1.424	1987-88

Segundo Petrere (1992), aproximadamente 4.500t/ano de peixe são desembarcados no vale do rio Tocantins, entre Porto Nacional e Cametá (2.500km de extensão). A pesca no rio Tocantins depende muito de espécies migratórias e o curimatá *Prochilodus nigricans* é responsável por 66% das 614t capturadas na região de Imperatriz (médio Tocantins). Entre Outubro de 1987 e Setembro de 1988, 1424t de pescado foram capturadas no reservatório da UHE de Tucuruí, das quais 57% eram de *Cichla* spp, enquanto os *Plagioscion* spp contribuíram com 21%. 68% das capturas foram obtidas com caniço e linha, 20% com malhadeira e o restante com tarrafa e linhas.

Outra espécie importante para a pesca no reservatório da UHE-Tucuruí é o pirarucu *Arapaima gigas*. Ruffino & Isaac (1994) mencionam que, a maior parte do pirarucu *Arapaima gigas* é capturada por pescadores individuais. Este também respira oxigênio diretamente da atmosfera, vindo para a superfície, se tornando alvo fácil para o pescador que o espera, em silêncio, com seu arpão ou arco e flecha. Esta espécie também pode ser capturada com anzol e linha ou rede de espera. O pirarucu *Arapaima gigas* leva, aproximadamente, cinco anos para atingir a maturidade sexual e, quando se reproduz, tem um longo período de cuidados parentais com a prole (cerca de 6 meses), tornando-o mais vulnerável à predação por pesca (Ruffino & Isaac, 1994). Por ser um peixe que habita lagos e não forma cardumes, não há pesca industrial ou em larga escala sobre o pirarucu *Arapaima gigas*. Seu ciclo de vida e comportamento explica a intensa depleção dos estoques, observada nos anos recentes.

De maneira geral, Ribeiro **et al**. (1995) mencionam que a composição por espécies da fauna ictiológica da bacia Araguaia-Tocantins é relativamente pobre, se comparada à da bacia Amazônica, apresentando cerca de 300 espécies. O rendimento total da pesca na bacia Araguaia-Tocantins também é pequeno (cerca de 8.800t*ano^{-1}) e no caso do rio Tocantins, se distribui por um trecho com aproximadamente 2.500km de extensão, apresentando 90% das capturas concentradas no seu canal principal. À jusante da barragem de Tucuruí a intensidade

da pesca foi reduzida em cerca de 70% devido, provavelmente, à falha no recrutamento, baixa produtividade e sobrepesca. Acima da barragem as pescarias foram beneficiadas pela alta produtividade primária do lago.

De acordo com Ribeiro **et al**. (1995), as espécies comerciais do rio Tocantins são predominantemente migratórias. No baixo Tocantins, elas sobem o rio durante o período de águas baixas (Maio a Novembro) para desovar entre Janeiro e Fevereiro em locais de pedreiras, atualmente inundados pelo reservatório da UHE de Tucuruí. Durante o período de águas altas (Dezembro a Junho) os peixes retornam para os tributários e lagos nas regiões mais baixas. Segundo os mesmos autores há cinco tipos de pescadores atuando na bacia Araguaia-Tocantins:

i. <u>População ribeirinha</u>: são pescadores temporários, dedicam-se ao cultivo de áreas nas planícies de inundação dos rios da bacia. São pessoas perfeitamente adaptadas às condições climáticas locais, mudando de atividade de acordo com os períodos variação do nível do rio. Normalmente pescam sozinhos ou em duplas, utilizando pequenas canoas de madeira, linhadas de mão, tarrafas e pequenas malhadeiras. Utilizam armadilhas tais como o matapí (para a pesca do camarão) e o curral de cerco ou “pari” (para a captura de diversas espécies de peixe).

ii. <u>Pescadores artesanais</u>: distribuem-se pelas regiões marginais dos rios, mas não é raro viverem nas cidades mais próximas. Possuem diversos tabus alimentares, principalmente contra peixes de couro, apesar de evitarem outras espécies quando doentes. Entretanto outras espécies incomuns costumam ser capturadas com fins medicinais. Costumam comercializar o excedente de sua produção nos mercados locais.

iii. Pescadores profissionais: estes abandonaram a agricultura e passaram a viver nas cidades. Utilizam barcos motorizados, cobrindo longas distâncias. Pescam mais eficientemente nos canais dos rios, visando espécies migradoras com o emprego de arrasto de praia, tarrafas, redes de deriva, malhadeiras e anzóis. Para a pesca de espécies sedentárias, em ambientes lacustres, utilizam os equipamentos tradicionais (pequenas malhadeiras, linhadas e caniços).

iv. Pescadores barrageiros: são grupos nômades, experientes na pesca em lagos artificiais. Utilizam grandes malhadeiras (600m ou mais) e vivem em acampamentos temporários, permanecendo no local até que a pesca decline.

v. Pescadores esportivos.

Ribeiro **et al**. (1995) mencionam que estudos anteriores ao fechamento da barragem indicaram uma alta diversidade de espécies na região (217), com predominância das espécies iliófagas *Curimata cyprinoides* (20%) e *Curimata amazonica* (10%), da herbívora *Hemiodus unimaculatus* (10%) e da onívora *Auchenipterus nuchalis* (10%). Apesar do número total de espécies ter permanecido razoavelmente constante, em longo prazo após o enchimento do reservatório, ocorreram ajustamentos nas comunidades. Durante o enchimento, a espécie mais importante nas porções central (7%) e superior (11%) do reservatório era o *Hemiodus unimaculatus*. Durante o mesmo período, a espécie *Auchenipterus nuchalis* foi detectada em pequenas quantidades (4%) na porção central do reservatório, de onde as espécies iliófagas virtualmente desapareceram havendo a predominância da onívora *Parauchenipterus galeatus*.

Após a fase inicial de enchimento do reservatório, houve um desenvolvimento súbito de espécies predadoras: *Plagioscion squamosissimus*, *Plagioscion surinamensis*, *Raphiodon vulpinus* e *Hydrolycus scomberoides* abundantes na porção centro-superior do reservatório. Nas proximidades da barragem as espécies *Cichla ocellaris*, *Cichla temensis*, *Serrasalmus rhombeus* e *Serrasalmus nattereri* passaram a predominar. Os predadores foram favorecidos

pela abundância de camarões *Macrobrachium amazonicum* e algumas outras espécies forrageiras. Durante o terceiro ano após o fechamento da barragem as populações destas espécies predadoras atingiram, aparentemente, a estabilidade. O *Hypophthalmus marginatus*, aparentemente, foi beneficiado pelo acréscimo na produção local de fitoplancton, tornando-se abundante na porção centro-superior da bacia (médio Tocantins e baixo Araguaia). Imediatamente após o fechamento da barragem as capturas no baixo Tocantins foram drasticamente alteradas, diminuindo, aproximadamente, 65% nos dois anos subseqüentes. Nesta época, o mercado foi abastecido de pescado proveniente de outras regiões e o movimento praticamente dobrou (Ribeiro **et al**., 1995).

Tabela 11. Principais características da pesca no reservatório da UHE-Tucuruí segundo Ribeiro **et al**. (1995).

Época de captura	**Aparelhos**	**Habitats principais**	**Espécies**	**Pescadores**			**Captura total (t)**	**CPUE (kg/p/a)**
				Categoria	**Total**	**Ativos**		
Dezembro	Malhadeira (66%)	Rio principal (70%)	Bagres (20%)	Comercial	600	762	182	239
	Tarrafa (13%)		Curimatá (15%)	Pescador-agricultor	-	-	-	-
Agosto	Arrasto (30%)	Rio principal (90%)	Mapará (33%)	Pescador-agricultor	670	214	78	365
	Malhadeira (28%)		Pescada (17%)	Comercial	-	-	-	-
Julho	Arrasto (42%)	Rio principal (90%)	Mapará (48%)	Pescador-agricultor	3000	771	445	590
	Armadilhas (35%)		Camarão (37%)	Comercial	-	-	-	-
Abril	Malhadeira (56%)	Rio principal (85%)	Camarão (54%)	Comercial	173	173	70	405
	Armadilhas (16%)		Mapará (25%)	Pescador-agricultor	-	-	-	-

A Tabela 11 relaciona as principais características da pesca no reservatório da UHE-Tucuruí. Segundo Ribeiro **et al.** (1995), dentro do reservatório há diferentes zonas de pesca, nas quais a sazonalidade, o rendimento, a composição por espécies e diversidade, habitats e

equipamentos utilizados são diferenciados. Em geral, as pescarias são sazonais, intensas no período de águas baixas através do reservatório, exceto próximo à barragem. Caniço e linha (68%) e malhadeiras (20%) são os aparelhos mais usados, tarrafas e linhadas aparecem com menos freqüência. Em 1988, 49 espécies foram capturadas comercialmente. Destas, as mais importantes foram o tucunaré *Cichla* spp (57%), as pescadas *Plagioscion* spp (21%) e a curimatá *Prochilodus nigricans* (5%). O tucunaré *Cichla* spp foi capturado no meio da vegetação nos remansos do reservatório, durante o ano todo. A pescada *Plagioscion* spp foi mais freqüente na estação seca, em torno da vegetação inundada e no canal central nas zonas médio e superior do reservatório. A curimatá *Prochilodus nigricans* foi mais freqüente nas imediações da vegetação inundada nos compartimentos laterais do reservatório (Abril). Entretanto as capturas mais altas ocorreram nas praias superiores, situadas na entrada do reservatório, entre Maio e Junho.

Em 1987 havia, aproximadamente, 2500 pescadores registrados atuando no reservatório. A densidade, entretanto, era baixa: 0,02 pescadores*km^2. A produção do reservatório também era baixa: 5 kg*ha^{-1}*ano^{-1}, mas a captura por unidade de esforço era alta: 70 kg*$pescador^{-1}$*ano^{-1} (Ribeiro **et al**., 1995). Neste contexto, estes dados podem ser comparados com os da Tabela 12.

Tabela 12. Comparação entre as características de rendimento pesqueiro em 7 reservatórios da bacia do rio Paraná (Petrere **et al.**, 2002).

Reservatórios	**Jupiá**	**Água**	**Barra**	**Ibitinga**	**Promissão**	**Nova**	**Itaipu**
	(R.Grande)	**Vermelha**	**Bonita**	**(R.Tietê)**	**(R.Tietê)**	**Avanhandava**	**(R.Paraná)**
Parâmetros		**(R.Grande)**	**(R.Tietê)**			**(R.Tietê)**	
Rendimento (t/ano)	165	189	202	37	222	54	1.800
Área inundada (ha)	35.200	64.400	33.430	11.400	53.000	21.700	135.000
Produção (kg/ha/ano)	4,7	2,9	6,0	3,2	3,7	2,5	13,3
Número de pescadores ativos	49	66	79	26	80	39	1.000
Número de pescadores/km^2	0,14	0,10	0,23	0,23	0,15	0,18	0,74
Kg/pescador/mês	737	678	809	327	888	457	187
Kg/pescador/ano/ha	0,25	0,13	0,03	0,34	0,20	0,26	0,02

De acordo com Petrere (1996), a pescada *Plagioscion squamosissimus* se alimenta, primariamente, de camarão *Macrobrachium amazonicum* e, juntamente com o tucunaré *Cichla* spp, são as espécies mais importantes nas capturas comerciais do reservatório de Tucuruí, onde após seu enchimento, a captura por unidade de esforço, expressa em número de peixes amostrados, decresceu em 80% abaixo do reservatório, 71% no reservatório e 56% acima do reservatório. Expressando a captura em peso por unidade de esforço, abaixo do reservatório a queda foi de 71%, no reservatório foi de 49% e acima dele 45%. A riqueza de espécies e a diversidade (Shannon H') também decresceram. Abaixo do reservatório, a redução na riqueza de espécies foi de 71 para 41 (H' de 5,1 para 4,5), no reservatório a riqueza diminuiu de 70 para 32 (H' de 4,7 para 3,4) e acima dele a riqueza decaiu de 71 para 39 espécies (H' de 4,6 para 3,6).

Entre Outubro de 1987 e Setembro de 1988, 1.424t (5kg/ha/ano) de pescado foram capturados no reservatório de Tucuruí. Deste total, o tucunaré *Cichla* spp contribuiu com 57% das capturas, e a pescada *Plagioscion* spp com 21% em peso. Um total de 49 espécies estavam presentes nas capturas. Isto indicou que a riqueza de espécies (mas não a composição de espécies, que poderia ser expressa numa relação descritiva da abundância de espécies, por exemplo, a lognormal truncada) no reservatório não mudou após o represamento. Os principais aparelhos de pesca utilizados foram caniço e linha (68%) e rede de espera – malhadeira – (20%). Espécies raras foram capturadas em pequeno número com tarrafa e linhada de mão (ELETRONORTE/ENGEVIX/THEMAG, 1989 **apud** Petrere, 1996). As pescarias no reservatório são diferentes das praticadas à montante.

Em 1988, havia 800 pescadores regularmente licenciados trabalhando no reservatório. As licenças são consideradas importantes pelos pescadores profissionais. Os pescadores dizem que há mais peixes no reservatório que no rio e por isso as chances de captura no

reservatório também são maiores. Em 1996 estimou-se que 2.300 pescadores estivessem trabalhando no reservatório (densidade de 0,8 pescador/km^2). Em 1993, eles capturaram 1.726t (750kg*$pescador^{-1}$*ano^{-1}) (Petrere, 1996).

De acordo com Petrere (1996), o aumento na abundância de peixes no reservatório (comparado ao rio) deve-se à ocorrência de vegetação inundada, uma vez que as capturas nestes habitats são maiores. Além disso, este material orgânico inundado atua como reserva de nutrientes, aumentando a produtividade primária. Em Tucuruí – onde provavelmente a decomposição é anaeróbica – a vegetação inundada fornece superfície para incrustação de algas e invertebrados dos quais os peixes se alimentam. Entretanto, este aumento na abundância pode não ser sustentável, uma vez que o material orgânico apodrecido acabaria por se depositar no fundo do reservatório e a produtividade geral poderia cair.

Mais recentemente, o mapará *Hypophthalmus* spp tem despertado interesse de alguns autores. Isaac **et al**. (1996) mencionam que o mapará *Hypophthalmus* spp tem sido intensamente pescado durante sua migração reprodutiva, no rio Tocantins, onde se suspeita que está sobre-explotado devido ao declínio das capturas nos últimos anos (Isaac **et al.**, 1996). Muitos pescadores dessa região viajam atualmente ao Médio Amazonas para sua captura, que ocorre principalmente nas regiões centrais dos grandes lagos de várzea, onde o mapará passa o inverno, alimentando-se de plâncton na coluna d'água. As pescadas também habitam esses lagos de várzea durante todo o ano, onde se alimentam e se reproduzem.

A caracterização de grupos diferentes de peixes nas pescarias do Médio Amazonas poderia também servir como base para o ordenamento pesqueiro. Um dos maiores problemas na região tem sido a ocorrência de graves conflitos sociais, decorrentes da utilização do recurso por vários grupos de usuários (Isaac **et al.**, 1996). Na tentativa de estabelecer regras informais, para diminuir o esforço de pesca nos lagos de várzea e manter a produtividade do

ambiente, um número crescente de comunidades ribeirinhas tem elaborado acordos de pesca com normas que envolvem uma ou várias restrições sazonais ou permanentes.

O conhecimento, experiência e iniciativa das comunidades ribeirinhas no Médio Amazonas para a criação das chamadas “reservas de lago” pode ser considerada como uma verdadeira alternativa para o gerenciamento pesqueiro local (Isaac **et al.**, 1996). Para espécies essencialmente sedentárias, como o pirarucu e o tucunaré, que amadurecem e reproduzem dentro de áreas relativamente restritas, assim como para a proteção de fases juvenis de caracoideos migradores como o tambaqui, a reserva de lago é provavelmente uma unidade de manejo adequada. Porém essa medida será menos efetiva para espécies de peixes adultos que migram entre lagos e rios e ainda menos influirá no manejo dos grandes bagres, principal alvo da pesca comercial na região.

Posteriormente, Isaac **et al**. (1998) caracterizam a pesca comercial na região do Médio Amazonas com base nas espécies alvo. Consideram que este tipo de pescaria busca capturar bagres migradores (*Brachyplatystoma* spp e *Pseudoplatystoma* spp), entre eles o mapará *Hypophthalmus* spp. Neste caso são empregados espinhéis e grandes redes de deriva e de espera. Espécies sedentárias, tais como o tucunaré *Cichla* spp, o pirarucu *Arapaima gigas* e a pescada *Plagioscion* spp; ou espécies que utilizam lagos como habitat trófico durante parte de seu ciclo de vida, tais como o tambaqui *Colossoma macropomum* e o pacu *Myleus* spp, são alvos de pescarias menos profissionalizadas e de pequena escala, realizadas pelos ribeirinhos. Utilizando equipamento similar, eles explotam lagos e canais locais das planícies de inundação nas proximidades de suas moradias. O pescado proveniente deste tipo de pescaria destina-se à subsistência e à comercialização em mercados regionais.

Recentemente Cetra & Petrere (2001), voltaram a estudar as pescarias do Médio Tocantins, especialmente na região de Imperatriz. Segundo estes autores, o aumento das capturas de mapará *Hypophthalmus marginatus* e pescada *Plagioscion* spp pode ser explicado

pelo reservatório da UHE-Tucuruí. Estas espécies são pré-adaptadas a habitats lênticos. A pescada *Plagioscion* spp é a espécie sedentária mais capturada em Tucuruí e desembarcada em Imperatriz (MA). O mapará *Hypophthalmus marginatus* é uma espécie pelágica, que forma grandes cardumes em Tucuruí e à montante, também desembarcada no mercado de peixe de Imperatriz.

3.1. Tucuruí

De acordo com ELETRONORTE (1989), o Município de Tucuruí cresceu intensamente, devido à construção da barragem. Por outro lado, a atividade pesqueira não seguiu a mesma tendência, possivelmente pelo fato da maior parte da população ser composta por imigrantes e não possuir tradição alimentar com base na pesca.

Na região, uma grande variedade de aparelhos é utilizada nas capturas: malhadeiras de bloqueio, arrasto, deriva e fixa, tarrafas, zagaia, matapi, caniço e espinhel; havendo, entretanto, uma clara predominância no uso de malhadeiras. As embarcações utilizadas são os "casquinhos" (pequenas canoas de madeira, movidas a remo, que representam 2/3 do total), pequena parte dos quais com motor de rabeta e, em menor escala, barcos maiores com motor de centro (representando 1/3 do total). Na maioria das vezes os pescadores atuam em duplas (existindo, no total, 600 pescadores cadastrados na Colônia Z-32 de Tucuruí no final da década de 80). As espécies mais importantes, comercialmente, são: tucunaré *Cichla* spp, pescada *Plagioscion* spp e curimatã *Prochilodus nigricans* (ELETRONORTE, 1989).

3.2. Nova Jacundá

O Município de Nova Jacundá, um dos maiores núcleos populacionais do entorno, surgiu da transferência da população da antiga Jacundá, inundada pelo reservatório. Segundo ELETRONORTE (1989) os dados de desembarque pesqueiro eram escassos na época, mas indicavam que boa parte da produção comercializada no local era proveniente de Altamira. Naquela época, existiam 386 pescadores atuantes na localidade, pescando no reservatório.

3.3. Marabá

Marabá foi o Município da região que mais cresceu nas décadas de 70 e 80. Sua população passou de 59.900 habitantes em 1980 para 133.550 em 1985. Este crescimento foi explicado pela mineração de ouro, expansão da fronteira agrícola e a construção da barragem da UHE-Tucuruí (ELETRONORTE, 1989).

Entre Janeiro e Setembro de 1988 foram comercializadas 511t de pescado no Município de Marabá. Este desembarque refere-se ao total de cinco mercados: Marabá, São Félix, Cabelo Seco, km-0 e Morada Nova; sendo que o principal é o de Marabá (411t). Do total geral (511t), 35% do pescado é proveniente do reservatório, o restante é de origem desconhecida. A espécie mais importante nas capturas foi a curimatã *Prochilodus nigricans*. As pescarias são realizadas por grupos de 3 ou 4 pescadores em canoas (80% do total) e barcos motorizados (20% do total), utilizando principalmente malhadeiras. Naquela época existiam 786 pescadores registrados na Colônia Z-30 de Marabá (ELETRONORTE, 1989).

3.4. Legislação Pesqueira

Em relação à pesca, ELETRONORTE (1987*c*) menciona que somente em 1986, a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) promulgou a primeira Portaria sobre a pesca do mapará *Hypophthalmus marginatus*, proibindo-a em toda a bacia do rio Tocantins, durante a época de reprodução (do início de novembro ao final de janeiro de cada ano). Em 29/04/87, foi assinada outra Portaria (No. 10/87), proibindo permanentemente a pesca em criadouros naturais; a captura de exemplares menores que 28,4cm (com tolerância de 15% sobre o lote pescado); o uso de puçá de arrasto, rede de lance rápido e rede de bloqueio com altura superior a 12m e malha inferior a 60mm e; o transporte do material mencionado por qualquer embarcação.

De acordo com a Portaria SUDEPE (COREG/PA-AP nº 06 de 17/09/87) o número de pescadores que podem atuar no reservatório de Tucuruí é de 2.500 (ELETRONORTE, 1989) e este número já foi ultrapassado.

De acordo com Carvalho **et al.** (1995), duas portarias regem a pesca na bacia Araguaia-Tocantins: a Portaria IBAMA n° 1355, de 05/12/89, que permitem a pesca profissional nos rios Tocantins e Araguaia, de margem a margem, nos trechos compreendidos entre as divisas dos Estados de Tocantins-Pará e Tocantins-Maranhão, respectivamente. Estas normas mantêm a proibição da pesca profissional nos trechos superior e médio do rio Araguaia (Ilha do Bananal e a montante), e na transição entre o médio e o alto Tocantins (acima de Porto Nacional); e Portaria IBAMA n° 230, de 07/03/90, que proíbe a pesca com redes de emalhar (malhas inferiores a 70 mm entre nós opostos) e tarrafas com altura superior a 3.5 m e malhas inferiores a 70 mm, entre nós opostos.

Atualmente há a Portaria nº 132 de 1/10/2001, que define o período de defeso para as bacias hidrográficas dos rios Tocantins e Gurupí entre 1/11/2001 e 28/02/2002. Durante o

defeso os pescadores que atuam no reservatório só podem praticar a atividade como uso de molinete, caniço simples linha de mão e/ou espinhel. A pesca embarcada é permitida e não há limite de captura no reservatório, enquanto que no resto da bacia o limite é de 5Kg/pescador mais um exemplar de qualquer espécie, para toda a região de abrangência da Portaria, exceto no trecho compreendido entre o reservatório da UHE-Tucuruí e a foz do rio Tocantins (IBAMA, 2002).

Recentemente, o jornal "Correio do Tocantins" (17/01/2002) publicou uma entrevista com o Secretário Executivo da Agricultura do Estado do Pará, Sr. Wandenkolk Gonçalves, sobre a implementação de um projeto que o Governo do Pará possui para o setor pesqueiro em 2002. As primeiras obras concretas deste projeto são bases de tratamento de pescado construídas em diversas localidades, entre elas Marabá e Nova Jacundá (ambas no entorno do reservatório). Estas unidades de tratamento estão sendo construídas por determinação da legislação sanitária federal. Entretanto todo o conjunto de medidas para o "Ano da Pesca" no Estado do Pará envolve ainda a criação de períodos de defeso para algumas espécies e aumento da fiscalização sobre a atividade, sendo previsto um convênio entre a Secretaria Executiva da Agricultura e o IBAMA.

Nesta mesma entrevista o Secretário declarou ainda esperar um incremento na produção de pescado, com base no melhor aproveitamento da capacidade ociosa das indústrias do setor, estimada em 30%. Ainda segundo o Secretário, existem no Pará, cerca de 100 mil famílias que dependem da pesca artesanal para a sobrevivência.

4. Teoria dos Jogos

4.1. Origem, Base Conceitual e Aplicações

As primeiras publicações sobre Teoria dos Jogos datam de 1928 e 1937, ambas de autoria de von Neumann. No entanto, até que fosse publicado o livro “The Theory of Games and Economic Behavior” de von Neumann & Morgenstern em 1944 e republicado em 1974, a teoria não atraiu a atenção dos cientistas sociais, como um método de tratar os problemas que apresentassem conflito de interesses (Yamane, 1977).

Os objetivos de von Neumann & Morgenstern (1974) não foram em direção à pesquisa empírica. A intenção dos autores foi aplicar a Matemática à Economia, buscando a realização de uma “economia descritiva” relativa ao comportamento humano, de grande importância à Ciência Econômica. Neste sentido, criaram-se técnicas matemáticas próprias, onde toda a Teoria dos Jogos, conforme exposta originalmente, partiu da suposição de que o objetivo dos atores dentro do sistema econômico (consumidores e/ou empreendedores) seria o dinheiro, ou algo equivalente. A busca pelo maior lucro (objetivo dos empreendedores) e pela maior “utilidade” (objetivo dos consumidores) foi o conflito de interesses inicial abordado pela Teoria dos Jogos.

A noção de utilidade, conforme exposta por von Neumann & Morgenstern (1974) descreveu o conceito fundamental das preferências individuais. Historicamente, a utilidade foi concebida quantitativamente, expressa por um número. Esta concepção, de acordo com os mesmos autores, era ingênua, e não possibilitava análises comparativas numéricas entre utilidades de diferentes atores. Este fato fez com que houvesse diversos argumentos no sentido de que a utilidade não poderia ser quantitativamente medida.

Neste contexto, von Neumann & Morgenstern (1974) propuseram a seguinte construção lógica: considere-se que o jogador “A” prefere a estratégia 1 à combinação meio a meio das estratégias 2 e 3. Assim, dado um nível de probabilidade arbitrário inicial, no qual, a probabilidade de escolha da estratégia 1 é x, a probabilidade de escolha da estratégia 2 é o complemento daquela. Este artifício forneceria as bases numéricas para uma estimativa das preferências das estratégias empregadas. Se este ponto de vista fosse aceito, existiria um critério para a comparação de preferências individuais, tomadas como utilidade ou diferenças de utilidade numericamente mensuráveis, determinadas através do método axiomático, que consiste na formulação de proposições não demonstráveis, cuja aceitação como verdadeira se impõe na formação de uma perfeita seqüência lógica. As comparações seriam realizadas como medidas numéricas de distância, conforme o método de Pareto, da mesma forma que a geometria euclidiana em relação à posição de pontos numa linha (estas seriam as bases da derivação clássica das distâncias numéricas).

O problema em se utilizar preferências de atores, associadas a probabilidades de escolha, é que estas seriam subjetivas. Von Neumann & Morgenstern (1974) reconheceram que estas construções axiomático-probabilísticas também não serviriam muito bem aos propósitos de comparações numéricas. Assim, propuseram interpretar as probabilidades como freqüência em longo prazo. Isto forneceria as bases numéricas necessárias às comparações.

Não é objetivo deste trabalho abordar construções axiomáticas e transformações lineares implícitas na quantificação da utilidade, ao contrário, serão abordados, sinteticamente, os conceitos básicos de Teoria dos Jogos, apresentados conforme a estrutura original de von Neumann & Morgenstern (1974).

4.1.1. O conceito simples de jogo

A primeira diferença a ser ressaltada está entre o conceito abstrato de jogo e o das jogadas individuais dentro dele: o jogo é simplesmente a totalidade das regras que o descrevem; ao passo que cada instância particular (ciclo) na qual o jogo é realizado (de uma forma particular) do início ao fim, é uma jogada (von Neumann & Morgenstern, 1974). Os mesmos autores definem ainda movimento, que é o momento de escolha entre diferentes alternativas (um componente do jogo). O jogo é uma seqüência de movimentos (momentos de escolha) e a jogada (ou ciclo) é uma seqüência de escolhas. Ressaltam também, que não se deve confundir regras do jogo com estratégias dos jogadores: cada jogador seleciona sua estratégia livremente (uma estratégia pode ser boa ou ruim dependendo de circunstâncias próprias de cada jogador); as regras do jogo são comandos absolutos, sua violação prejudica o desenvolvimento do jogo (pode haver punições para estes comportamentos). O conceito de um jogo inclui ainda o nível de informação que os jogadores empregam em cada escolha (a informação pode ser perfeita – cada jogador conhece as estratégias dos demais – ou imperfeita, onde os jogadores não sabem como os demais irão agir). O momento onde a informação é empregada pode denotar anterioridade, que seria mais um componente do conceito de jogo.

4.1.2. Jogo de duas pessoas de soma-zero

A forma mais simples que um jogo poderia assumir, segundo von Neumann & Morgenstern (1974) seria o jogo de uma pessoa. Este jogo consiste na escolha de um número $\tau = 1,...,\beta$, após o que o jogador 1 (único) obteria o rendimento $\mathrm{M}(\tau)$. Neste jogo não haveria a possibilidade de soma-zero; por outro lado, o caso geral corresponderia à função geral $\mathrm{M}(\tau)$ e a forma "melhor" ou mais "racional" de agir seria a seguinte: o jogador 1 deveria escolher $\tau = 1,...,\beta$ de forma a maximizar $\mathrm{M}(\tau)$ tanto quanto possível. Este jogo parece tão simples pois a variável τ não representa uma escolha (num movimento) mas a estratégia do jogador 1.

Von Neumann & Morgenstern (1974), trabalhando com o intuito de resolver um problema mais completo, levaram em consideração as regras do jogo e as punições previstas, considerando situações de conflito e concorrência, para então reconhecerem a necessidade de analisar jogos de *n*-pessoas, fazendo $n \geq 2$ e sacrificando os aspectos mais simples (τ = estratégia).

Davis (1973) também estudou o assunto, referindo-se aos jogos de duas pessoas, soma-zero, informação perfeita, e finitos, mencionando que o propósito que se tem ao analisar um jogo é resolver simultaneamente vários problemas aparentemente diversos, mas que apresentam elementos fundamentais comuns. Assim, o primeiro passo seria separar o essencial do supérfluo. Segundo o autor, aos olhos do teórico dos jogos há quatro elementos essenciais: i) são dois os jogadores; ii) eles têm interesse diverso no que diz respeito ao resultado do jogo; iii) o jogo é finito; iv) as surpresas estão fora de questão: a qualquer altura do jogo, ambos os participantes estão inteiramente informados. Observe-se que, os jogos que

apresentarem estas quatro propriedades são denominados jogos de informação perfeita, finitos, de duas pessoas e de soma-zero[4].

As definições das situações de soma-zero e soma não-zero foram abordadas sinteticamente por Chiang (1982), que define que dependendo do tipo de resultado obtido, um jogo pode ser classificado como de "soma zero ou constante" ou "soma não-zero ou não-constante". No primeiro caso, os pagamentos a todos os jogadores no fim do jogo somam sempre uma constante fixa, quaisquer que tenham sido as estratégias adotadas pelos vários jogadores. Esse tipo de jogo apenas redistribui, não cria o objeto (neste caso o pagamento). No jogo de soma não-constante, por outro lado, as estratégias dos jogadores afetam o objeto; por exemplo, se a oferta de um determinado produto for superior à demanda, seu preço tende a cair, afetando o pagamento (objeto).

4.1.3. Jogo de três pessoas de soma-zero

A seqüência dos tipos de jogos descritos até o presente item é a mesma de von Neumann & Morgenstern (1974), que partiram de casos mais simples para obterem ao final as generalizações. Segundo estes autores, o jogo de uma pessoa e soma-zero não faria sentido, caracterizando-se pelo surgimento de um problema de maximização (conforme visto, o jogador procuraria sempre maximizar seu ganho). O jogo de duas pessoas e soma-zero, é caracterizado pela evidente oposição de interesses entre os jogadores, e não apenas pelo surgimento de um problema de maximização. A passagem do jogo de uma pessoa para o de duas pessoas removeu esta característica única de problema de maximização[5]. Neste momento, a transição do jogo de duas pessoas de soma-zero para o jogo de três pessoas de soma-zero, ofusca o simples conflito de interesses.

---

[4] Exemplos clássicos destes jogos são os denominados "jogos de salão", como por exemplo o xadrez.

[5] A maximização dos pagamentos passa a não ser o único objetivo pois, inversamente, existe também a busca pela minimização das perdas. Isto caracteriza o conflito de interesses nos jogos de duas pessoas e soma-zero.

As relações entre dois jogadores, num jogo de três pessoas de soma-zero podem ser múltiplas. Nos jogos de duas pessoas de soma-zero tudo o que um jogador perde é apropriado pelo outro, por isso há forte antagonismo de interesses. Num jogo de três pessoas de soma-zero um movimento particular de um jogador pode ser desfavorável aos outros dois, mas também pode ser desfavorável a um e favorável a outro. Neste caso diz-se que há paralelismo de interesses, que pode ser total ou parcial; mas os movimentos dos jogadores estão relacionados, são dependentes uns dos outros; um jogador realiza um movimento influenciado pelo movimento dos demais. Não se deve perder de vista, que o antagonismo de interesses é uma marca dos jogos de soma-zero. Por este motivo as situações presentes nestes jogos de três pessoas são bastante complexas (von Neumann & Morgenstern, 1974).

O paralelismo de interesses pode conduzir a alianças entre os jogadores, propiciando o surgimento da cooperação. De acordo com von Neumann & Morgenstern (1974), as alternativas de cooperação entre os jogadores permitem a análise das possibilidades de coalizões (a questão entre quais jogadores e contra qual jogador as coalizões se formarão). Neste ponto do desenvolvimento teórico, os autores assumiram como racional a formação de coalizões; jogos onde estas não se formam são analisados de maneira diferente.

4.1.4. Jogos de n-pessoas de soma zero

De acordo com von Neumann & Morgenstern (1974), os jogos de $n = 3$ jogadores sugerem que o papel das coalizões entre jogadores são muito importantes para o desenvolvimento geral da teoria. Neste ponto, os autores indicam a necessidade de aplicar ferramentas matemáticas que expressem essas possibilidades de coalizões de forma quantitativa, passando a enunciar as definições matemáticas que serão utilizadas.

Suponha que exista um jogo Γ de n jogadores indicados pelo conjunto $I = (1,2,...,n)$ de todos eles. Se for considerada a hipótese de que todos os jogadores irão se reunir em dois

grupos com paralelismo completo de interesses (coalizão absoluta), o jogo será de duas pessoas de soma-zero. Sendo assim, considere S como sendo qualquer subconjunto de I, e $-S$ seu complemento em I. Ter-se-ia como um jogo de duas pessoas de soma-zero, aquele que resultasse da situação onde todos os jogadores k pertencentes a S cooperassem entre si e, por outro lado, todos os jogadores k pertencentes a $-S$ também cooperassem entre si (von Neumann & Morgenstern, 1974).

Visto desta forma Γ se reduziria à teoria dos jogos de duas pessoas de soma-zero. Cada jogada neste caso possui um valor bem definido, como será demonstrado mais adiante, conforme Yamane (1977). Von Neumann & Morgenstern (1974) continuam seu raciocínio definindo como $v(S)$ o valor de uma jogada para a coalizão de todo k pertencente a S (o que nesta interpretação , representa um dos jogadores).

Von Neumann & Morgenstern (1974) definem matematicamente $v(S)$ da seguinte maneira:

i. considere que o jogo Γ de soma-zero esteja em sua forma normalizada, onde cada jogador $k = 1,2,...,n$ escolhe uma variável τ_k (cada qual não informado sobre a escolha de estratégia dos demais, indicada por $n-1$) e obtenha o montante $\mathrm{M}_k(\tau_1,...,\tau_n)$, que por se tratar de um jogo de soma-zero pode ser indicado por $\sum_{k=1}^{n} \mathrm{M}_k(\tau_1,...,\tau_n) \equiv 0$; onde os domínios das variáveis são $\tau_k = 1,...,\beta_k$ para $k = 1,2,...,n$.

ii. Devido às coalizões absolutas entre todo k pertencente a S (jogador 1) e entre todo k pertencente a $-S$, ter-se-ia a seguinte situação: o jogador 1 possui o agregado de variáveis τ_k onde k corre sobre todos os elementos de S; o agregado das variáveis é indicado, como um todo, por τ^S; e analogamente, para o jogador 2 τ^{-S}. O jogador 1 obtém o montante

$\overline{\mathrm{M}}(\tau^{S},\tau^{-S}) = \sum_{\text{k em S}} \mathrm{M}_k(\tau_1,...,\tau_n) = -\sum_{\text{k em -S}} \mathrm{M}_k(\tau_1,...,\tau_n)$, onde o jogador 2 receberia o montante negativo.

iii. A estratégia mista do jogador 1 seria o vetor $\vec{\zeta}$ de S_{β^S}, onde seus componentes seriam indicados por ζ_{τ^S}. Este vetor é caracterizado por $\zeta_{\tau^S} \geq 0, \quad \sum_{\tau^S} \zeta_{\tau^S} = 1$. Analogamente, o vetor de estratégia mista para o jogador 2 é indicado por $\vec{\eta}$ de $S_{\beta^{-S}}$, caracterizado por $\eta_{\tau^{-S}} \geq 0, \quad \sum_{\tau^{-S}} \eta_{\tau^{-S}} = 1$.

iv. A forma bilinear $K(\vec{\zeta},\vec{\eta})$ é portanto $K(\vec{\zeta},\vec{\eta}) = \sum_{\tau^S,\tau^{-S}} \overline{\mathrm{M}}(\tau^S,\tau^{-S})\zeta_{\tau^S}\eta_{\tau^{-S}}$; e finalmente $v(S) = \mathrm{Max}\underset{\zeta}{\rightarrow}\mathrm{Min}\underset{\eta}{\rightarrow}K(\vec{\zeta},\vec{\eta}) = \mathrm{Min}\underset{\eta}{\rightarrow}\mathrm{Max}\underset{\zeta}{\rightarrow}K(\vec{\zeta},\vec{\eta})$.

A função $v(S)$ acima está definida para todos os subconjuntos de S e I, e possui números reais como valores. De acordo com von Neumann & Morgenstern (1974) a mencionada função é a base de toda teoria dos jogos de soma-zero para *n*-pessoas. É uma forma inicial e bastante simplificada, apresentando diversas limitações.

4.1.4.1. Valor do jogo (Yamane, 1977)

Partindo-se de um jogo de duas pessoas de soma-zero, finito e retangular, isto é, um jogo no qual cada jogador pode realizar somente um movimento, e no qual os jogadores desconhecem cada um a estratégia do outro, representado conforme o seguinte esquema geral (Tabela 13):

Tabela 13. Modelo geral da matriz de pagamentos (Yamane, 1977).

		Jogador 2 (P_2)			
		β_1	β_2 ...	β_j ...	β_n
Jogador 1 (P_1)	α_1				
	α_2 ...				
	α_i ...			a_{ij}	
	α_m				

Onde P_1 pode escolher apenas um único entre $\{\alpha_1,...,\alpha_m\}$ e identicamente para P_2 entre $\{\beta_1,...,\beta_n\}$. O elemento α_i é denominado estratégia pura e $A=\{\alpha_1,...,\alpha_m\}$ é chamado de espaço das estratégias puras de P_1 e da mesma maneira para P_2, $B=\{\beta_1,...,\beta_n\}$.

O esquema apresentado possui $m \times n$ selas (células) e cada sela contém um pagamento de P_2 a P_1. Esta matriz é denominada “matriz de pagamentos” ou “payoff matrix”. a_{ij} indica o pagamento da sela (i, j) que é uma função a valores reais. Sendo assim:

P_1 recebe a_{ij} de P_2

P_2 recebe $-a_{ij}$ de P_1

Conforme visto, este jogo seria de soma-zero. Considere agora o exemplo numérico abaixo (Tabela 14).

Tabela 14. Primeiro exemplo numérico de matriz de pagamentos conforme Yamane (1977).

		Jogador 2 (P_2)	
		β_1	β_2
Jogador 1 (P_1)	α_1	1	-4
	α_2	3	4

Conforme exposto na Tabela 14, qual seria a estratégia escolhida por P_1? O caso apresentado é simples, e se fosse escolhida a estratégia $\alpha_2 = 2$, P_1 ganharia de P_2 3 ou 4. Por outro lado, P_2 não escolheria a estratégia $\beta_2 = 4$, já que é evidente a preferência de P_1. Assim, espera-se que P_2 escolha a estratégia $\beta_1 = 1$. O pagamento será, então, $a_{21} = 3$. Este pagamento é denominado "valor do jogo".

Duas coisas devem ser observadas em relação ao valor do jogo: i) é o mínimo da linha na qual ele aparece; ii) é o máximo da coluna no qual ele aparece. Não há motivo para que os dois jogadores mudem suas estratégias. O par (α_2, β_1) de estratégias puras é denominado "par de estratégias de equilíbrio" ou "par de estratégias ótimas".

Considere agora a Tabela 15.

Tabela 15. Segundo exemplo numérico de matriz de pagamentos conforme Yamane (1977).

		Jogador 2 (P_2)		
		β_1	β_2	β_3
Jogador 1 (P_1)	α_1	4	3	-2
	α_2	3	4	10
	α_3	7	6	8

No esquema de jogo apresentado pela Tabela 15 pergunta-se qual seria a melhor estratégia para P_1? Supondo-se que P_1 seja pessimista, a escolha recairia sobre a estratégia α_3, obtendo no mínimo um pagamento $a_{32} = 6$, não sendo este valor nunca inferior a este. Esta quantia é denominada "nível de segurança" do jogador P_1, quando eleita a estratégia pura α_3. O nível de segurança pode ser escrito da seguinte forma geral: $\min_j a_{ij}$ onde $j = 1,2,3,\ i = 1,2,3$.

É evidente que P_1 decidiu pela estratégia α_3 pois é a que apresenta maior nível de segurança entre todas as estratégias, o que pode ser escrito como $\max_i \min_j a_{ij}$, que no caso presente equivale a $\max_i \min_j a_{ij} = 6$.

Analogamente, como pensar sobre a melhor estratégia para P_2? P_2 poderia levar em consideração o valor a ser pago a P_1. Neste caso, quanto menor fosse a perda, maior seria a ganância de P_2 e quanto maior for a perda, menor a ganância. Desta maneira, vê-se que P_2 escolheria perder apenas 6, que seria seu maior ganho mínimo, expresso por $\max_j \min_i - a_{ij} = -6$. É fácil ver que $\min_j (-a_{ij}) = -\max (a_{ij})$.

No exemplo discutido até o momento, nota-se que 6 é, simultaneamente, o mínimo da linha e o máximo da coluna que nele se cruzam. Este valor é denominado “ponto de sela”, que é determinado pelo par de estratégias ótimas.

4.1.4.2. Considerações sobre “Estratégias Mistas” (Yamane, 1977)

Nos jogos onde não existe ponto de sela, não existem estratégias ótimas. A Tabela 16 exemplifica esta situação.

Tabela 16. Exemplo de matriz de pagamentos sem ponto de sela (Yamane, 1977).

		Jogador 2 (P_2)	
		β_1	β_2
Jogador 1 (P_1)	α_1	1	5
	α_2	6	4

Neste exemplo, o jogador P_1 tomará $\max_i \min_j a_{ij}$, fazendo $j = 1, 2$ para cada i, resultando:

$i = 1$: $\min_j a_{1j} = a_{11} = 1$ onde $j = 1, 2$

$i = 2$: $\min_j a_{2j} = a_{22} = 4$ onde $j = 1, 2$

Assim $\max_i \min_j a_{ij}$ será $a_{22} = 4$ e a estratégia de P_1 consistirá em jogar α_2. Analogamente P_2 deverá optar pela estratégia β_2. Neste caso, quando P_1 jogar α_2 e P_2

jogar β_2, P_1 obterá o resultado esperado, recebendo um pagamento de 4, entretanto P_2 estará pagando 4 ao invés de 5 (previstos em sua estratégia β_2), logo o jogo é favorável a P_2.

A situação exposta até o momento retrata apenas o primeiro ciclo do jogo. É evidente que quando P_1 descobrir que o jogo é favorável a seu adversário (pois poderia obter um pagamento maior) ele mudará de estratégia. Esta atitude fará com que P_2 também mude (um ou mais ciclos após P_1) e, por este motivo, diz-se que o jogo é indeterminado.

Quando esta situação se faz presente, os jogadores tentam minimizar suas perdas máximas (ou maximizar seus ganhos mínimos) surgindo estratégias mistas. P_1 poderia tentar agir de forma aleatória, sorteando a estratégia a ser adotada em cada ciclo, dificultando a resposta de P_2. Surge assim, a possibilidade de analisar estes jogos, através da distribuição da freqüência esperada para a realização de cada tipo de estratégia. Há então, mais uma construção axiomática, onde as probabilidades de escolha iniciais são atribuídas arbitrariamente, após o que, as demais seriam complementares a estas.

4.1.5. Jogos de soma não-zero

De acordo com von Neumann & Morgenstern (1974) as restrições impostas por uma situação de soma-zero, enfraquecem a relação entre a Teoria dos Jogos e os problemas econômicos reais. O maior exemplo disso seria o jogo de uma pessoa, onde a situação de soma-zero não existe, pois se trata um problema de produção individual, não há divisão entre jogadores. O jogo de uma pessoa é a maior simplificação hipotética dos jogos de soma-zero, e ao mesmo tempo, é a situação mais complexa que se pode ter num jogo de soma não-zero.

O completo abandono de restrições de soma-zero para jogos, significa que as funções $\mathrm{M}_k(\tau_1, \ldots, \tau_n)$ obedecem à condição $\sum_{k=1}^{n} \mathrm{M}_k(\tau_1, \ldots, \tau_n) \equiv 0$. Von Neumann & Morgenstern

(1974) constroem toda teoria dos jogos gerais de soma não-zero sobre esta condição. Entretanto, a construção desses autores parte de uma ligação entre a teoria dos jogos gerais com a teoria dos jogos de soma-zero. Isto pode parecer estranho, pois os jogos gerais formam uma família muito maior que os jogos de soma-zero. No entanto, o procedimento de interpretação proposto pelos autores é tratar um jogo geral de *n*-pessoas como se fosse um jogo de *n+1* pessoas de soma-zero. Assim, a restrição imposta pela passagem dos jogos gerais para os jogos de soma-zero será compensada pela extensão, devida ao aumento no número de jogadores.

De acordo com von Neumann & Morgenstern (1974), o procedimento pelo qual um dado jogo geral de *n*-pessoas é reinterpretado como um jogo de *n+1* pessoas de soma-zero, é simples e natural. Ele consiste na introdução de *n+1* primeiro jogador (fictício) ao qual é atribuída a perda do montante ganho pelos demais jogadores (reais) e vice-versa. Este jogador fictício, obviamente, não pode exercer nenhuma influência sobre o jogo. Matematicamente, os autores colocam o enunciado da seguinte maneira:

- considere o jogo geral Γ de *n*-pessoas dos jogadores $1,\ldots,n$, com as funções $\mathrm{M}_k(\tau_1,\ldots,\tau_n)$ $(k=1,\ldots,n)$;
- o jogador fictício *n+1* é introduzido definindo-se $\mathrm{M}_{n+1}(\tau_1,\ldots,\tau_n) \equiv -\sum_{k=1}^{n} \mathrm{M}_k(\tau_1,\ldots,\tau_n)$;
- as variáveis $(\tau_1,\ldots,\tau_n)$ são controladas pelos jogadores reais $1,\ldots,n$ respectivamente. Elas representam as influências dos jogadores no decorrer da partida. Desde que foi considerado que o jogador fictício não exerce nenhuma influência sobre o jogo, a variável τ_{n+1}, controlada por ele, não é introduzida;

- desta forma é possível obter um jogo de $n+1$ pessoas de soma-zero, a extensão de soma-zero do jogo Γ é denotada por $\overline{\Gamma}$. O pressuposto para a análise da extensão é que tudo o que é válido para Γ vale para $\overline{\Gamma}$.

4.2. Aplicações Práticas da Teoria dos Jogos

4.2.1. Dilema

Sempre que se pretende abordar um problema econômico, social, político, bioeconômico, etc., através da teoria dos jogos, a primeira pergunta que se faz é: os jogadores enfrentam algum tipo de dilema? O que no caso deste trabalho, em particular, pode ser expresso da seguinte maneira:

i. pescar ou não pescar: não há falta de alimentação, pois os amigos, vizinhos ou parentes cedem pescado amigavelmente, ou até mesmo oferecem aos pescadores e seus familiares.

De acordo com Fehr & Schmidt (1999), quase todos os modelos econômicos assumem que todas as pessoas perseguem seus interesses materiais próprios e não se preocupam com metas sociais. Isto pode ser verdade para muitas pessoas (talvez até a maioria), mas certamente não é verdade para todas. Há fortes evidências que o senso de justiça e equidade afetam o comportamento de muitos. Os mesmos autores mencionam que estas evidências (que entram em conflito com os modelos “egoístas” tradicionais) poderiam ser explicadas por um modelo simples único se houvesse disposição em assumir que, além das pessoas com comportamento egoísta, existiria uma fração motivada por ideais de justiça e equidade. Não haveria necessidade de quaisquer outros desvios da abordagem econômica tradicional para lidar com estas evidências. Em particular, não há relaxamento da suposição de racionalidade.

Ainda em Fehr & Schmidt (1999) observa-se que bastariam algumas poucas pessoas com comportamento egoísta para que muitas (não-egoístas) fossem influenciadas a agir da mesma forma. Esta teoria é motivada pela evidência psicológica das comparações sociais e aversão à perda (socialmente, o indivíduo possui um sentimento de que estar muito abaixo ou muito acima dos ganhos médios de seu grupo de referência não seria justo ou equânime). Estes autores afirmam que o ambiente possui um papel importante sobre o comportamento dos agentes. Há circunstâncias nas quais comportamentos egoístas prevalecem e vice-versa[6].

ii. o que pescar: a escolha das estratégias e a função de utilidade;

Há quatro tipos de pescarias praticadas no reservatório da UHE-Tucuruí: i) a pesca com artes de linha e anzol (visando a captura de tucunaré *Cichla* spp. e pescada *Plagioscion* spp.); ii) a pesca com redes de espera submersa (para a captura do mapará *Hypophthalmus marginatus* e alguns outros peixes de couro); iii) a pesca com redes de espera na superfície (visando principalmente o voador *Bivibranchia protractila* e *Atomaster velox*) e; iv) a utilização conjunta das estratégias de rede e linha e anzol. Os grupos de pescadores, que atuam com cada uma das estratégias mencionadas, são definidos e relativamente estáveis.

Billard (1996) menciona que em Teoria dos Jogos, cada decisão possível é denominada estratégia pura, que no caso da pesca no reservatório da UHE-Tucuruí, pode ser a utilização de linha e anzol (estratégia 1) ou redes (estratégia 2). Para Billard (1996) a diferença entre estratégia pura e mista (rede + linha e anzol) é que esta seria probabilística. O grupo 1 de pescadores tem a probabilidade $p_1(t)$ de decidir utilizar a estratégia 1 no tempo t; a probabilidade da decisão recair sobre a estratégia mista é $1-p_2(t)$.

Há duas razões para modelar o processo de tomada de decisões através de probabilidades. Primeiro, a tomada de decisões na natureza nem sempre é racional, as

[6] Escassez e abundância de recursos.

decisões dependem do comportamento pessoal dos jogadores. Segundo, o processo de tomada de decisões na natureza costuma ser adaptativo. Isto significa que as probabilidades podem mudar no tempo, usualmente, como resultado de respostas do ambiente. Os tipos mais simples de respostas são as recompensas e penalidades. As probabilidades de futuras decisões são influenciadas por estas respostas, normalmente, evitando as penalidades. Billard (1996) define estratégia adaptativa como um algoritmo que ajusta as probabilidades, baseado nas respostas do ambiente.

iii. comercialização do excedente realizada independente da parte destinada a consumo; há muito escambo, não há estímulo monetário à venda e conseqüente acumulação de capital;

De acordo com Van Santen (1996), o pescado, no sentido econômico, é um bem livre. Ele cresce no mar ou nos rios sem nenhum custo social. Apenas quando um homem o captura e utiliza recursos economicamente valorados no processo (de pesca), é que o pescado passa a ter valor econômico, refletido pela boa vontade do consumidor em pagar por ele. Com o dinheiro dos consumidores, os pescadores cobrem seus gastos com mão de obra e equipamentos, pagam impostos, etc. A escassez do pescado influencia diretamente os preços pagos pelo consumidor.

Quando se trata da pesca de pequena escala, realizada com baixos custos operacionais, os pescadores podem continuar trabalhando mesmo com prejuízo (sob o ponto de vista financeiro). Este, de acordo com Van Santen (1996), acaba diluído no tempo.

Assim, a forma de explotação dos recursos pesqueiros demanda, de alguma forma, a participação dos usuários no processo de gestão. Entretanto quanto maior a participação e o número de participantes, mais difícil se torna o funcionamento deste processo. Segundo Van

Santen (1996), deve haver regras de cooperação estabelecidas entre os diversos atores para que o sistema funcione.

4.2.2. Conflitos: o ambiente de seleção

Se for considerado que os pescadores que atuam no reservatório da UHE-Tucuruí competem entre si pela utilização de um recurso, caracterizando um ambiente seletivo, devem ser feitas algumas observações iniciais:

i. pescadores profissionais versus demais em situações de equilíbrio e arbitragem de Nash;

Conforme mencionado anteriormente, os conflitos relacionados à pesca no reservatório da UHE-Tucuruí estão relacionados à utilização do espaço, e não à competição pelo recurso pesqueiro no sentido estrito. Assim, coalizões entre os jogadores podem surgir, visando atingir uma situação de equilíbrio.

De acordo com Pollock (1995), um equilíbrio de Nash é “estrito” se qualquer um, dentre os jogadores, resiste a um desvio unilateral de um jogo equilibrado. Uma estratégia pode ser considerada em equilíbrio, se está em equilíbrio de Nash em relação a ela mesma.

Neste contexto, dada uma população saturada com uma estratégia de não-cooperação em equilíbrio, Pollock (1995) mostra que, se esta população desenvolve um incremento de cooperação (aumentando gradativamente com o tempo), esta estratégia possuiria potencial para re-saturar a população com a estratégia (original) não-cooperativa em equilíbrio. Isto ocorreria por que a estrutura social, não varia em relação à estratégia saturada correntemente praticada. Uma estratégia invasora (em relação à ordem existente) deve ser capaz de resistir a qualquer outra com o mesmo padrão. Neste caso, se for aceita a hipótese de que as estratégias

mutantes possuem estrutura similar à forma antecedente, a condição posta anteriormente seria impossível.

Neste mesmo sentido, Hutson & Vickers (1995), interessados em explicações sobre a evolução do comportamento cooperativo ou social entre indivíduos não relacionados de uma espécie, trabalharam sob o ponto de vista da Teoria dos Jogos, principalmente com modelos de estratégias de tit-for-tat. Nestas, um jogador sempre coopera com o adversário e em seguida repete a estratégia do oponente. Em outras palavras, um jogador cooperativo, no primeiro momento, sempre coopera com o oponente e depois repete aquilo que ele fez. Se o oponente se revelar cooperativo, o jogador continuará cooperando, caso contrário não irá cooperar.

Hutson & Vickers (1995) mencionam que alguns problemas podem surgir, devido ao fato dos jogadores se conhecerem previamente. A memória dos jogadores deve fazer parte dos modelos, apesar de acreditarem que isto não afeta de maneira crucial os resultados. Nestes modelos, o espaço é considerado homogêneo.

Considere uma situação de dilema (Hutson & Vickers, 1995, utilizam o dilema do prisioneiro como exemplo) com dois jogadores de características similares, onde cada um deles pode escolher entre cooperar e não cooperar. Os pagamentos deste jogo estão relacionados na Tabela 17, considerando sempre que:

$$\gamma > \alpha > \delta > \beta \quad \text{e} \quad 2\alpha > \beta + \gamma$$

Tabela 17. Matriz de pagamentos para o dilema do prisioneiro com estratégias de cooperação e não cooperação (Hutson & Vickers, 1995).

	Cooperar	Não cooperar
Cooperar	α	β
Não cooperar	γ	δ

Se os jogadores se encontrarem somente uma vez, a única estratégia racional para ambos seria a de não cooperação, pela qual receberiam δ (Hutson & Vickers, 1995). Entretanto a situação muda na medida em que o jogo é repetido. Neste caso cada jogador pode acabar optando por estratégias diferentes, de acordo com algum critério determinístico ou probabilístico. Numa estratégia de tit-for-tat, um dos jogadores sempre iniciaria cooperando, para repetir a resposta do adversário. Neste exemplo um jogador não pode se recusar a enfrentar nenhum outro oponente, mesmo que ele reconheça um adversário não cooperativo. Este é um pressuposto básico para o modelo funcionar. Se a probabilidade de um novo ciclo do jogo é w, então os pagamentos esperados para os jogadores cooperativo e não-cooperativo ao final de seu embate, estão relacionados na Tabela 18. Para uma estratégia de tit-for-tat fazer sentido, um jogador deve ser capaz de reconhecer um adversário passado.

Tabela 18. Matriz de pagamentos para uma situação dinâmica do dilema do prisioneiro, com estratégias de cooperação (tit-for-tat) e de não-cooperação (defect), de acordo com Hutson & Vickers (1995).

	Cooperar	Não cooperar
Cooperar	$\alpha/(1-w)$	$\beta+[w\delta/(1-w)]$
Não cooperar	$\gamma+[w\delta/(1-w)]$	$\delta/(1-w)$

ii. relações dinâmicas entre usuários e a disponibilidade/abundância de recursos;

Wayne & Rubinstein (1992) exploraram os efeitos da negligência (slack) e da escassez (ou ausência de negligência) num contexto de tomada de decisões. Slack é a abundância de recursos, atuais ou potenciais, que permite que uma organização se adapte com sucesso a pressões de mudanças internas e externas. Scarcity é a ausência de recursos, o extremo oposto no contínuo slack/scarcity.

De acordo com Wayne & Rubinstein (1992), há posições contraditórias sobre a influência da abundância de recursos sobre a cooperação e os conflitos numa organização[7]: uma parte da literatura defende a idéia de que a abundância promove a cooperação e diminui os conflitos, entre os atores envolvidos em processos de tomada de decisões, e outra parte defende a idéia de que a abundância de recursos promove os conflitos.

Neste sentido, a Teoria dos Jogos pode ser entendida como um método para estruturar, modelar e resolver problemas de tomada de decisões em contextos multi-pessoais. Para a Teoria dos Jogos, uma organização é uma entidade composta por agentes individuais de forma extensiva, e, como tal, uma organização representa um contexto multi-pessoal. O processo de tomada de decisões numa organização pode ser modelado como cooperativo ou não cooperativo.

Wayne & Rubinstein (1992) modelando o processo de tomada de decisões em diferentes contextos de abundância e escassez, concluíram que:

i. A superabundância faz com que situações não-cooperativas se tornem mais cooperativas e que situações cooperativas se tornem menos cooperativas e;

ii. A escassez faz com que situações não-cooperativas se tornem mais fortemente não cooperativas e que situações cooperativas se tornem mais fortemente cooperativas.

De acordo com Wayne & Rubinstein (1992), na presença de uma situação de abundância os atores envolvidos em processos de tomada de decisões tenderão a adotar estratégias mais éticas (de acordo com as normas e convenções tradicionais). Com a escassez, os mesmos atores poderão preferir estratégias limítrofes eticamente (permissíveis, mas não tão bem vistas). Em adição a estas situações de abundância e escassez, a presença ou ausência de incertezas e influências políticas pode representar importante variável no processo de

[7] Organização entendida como empresa, instituição, etc.

tomada de decisões. A influência política é construída como política organizacional no sentido não pejorativo. Wayne & Rubinstein (**op. cit.**) definem política organizacional como "o uso de poder para atingir objetivos, bons ou ruins". A influência política é operacionalizada neste estudo como coalizões construídas por dois competidores influentes.

De acordo com Mackinson **et al.** (1997), as pescarias de espécies pelágicas são, intrinsecamente, instáveis. Isto ocorre pois as espécies alvo nestas pescarias podem sofrer algum tipo de enfraquecimento em suas características de persistência, num ambiente variável. Durante um colapso, num estoque desta natureza, os usuários encaram quatro alternativas:

1. os pescadores passam a cooperar entre si, obtendo o máximo de rendimento econômico;
2. falham no emprego da estratégia cooperativa e terminam num equilíbrio bioeconômico de livre acesso aos recursos, onde o rendimento é nulo;
3. falham novamente no emprego da estratégia cooperativa e continuam aumentando o esforço de pesca, através de facilidades proporcionadas por alguma espécie de subsídio, ou;
4. pode ser atingida uma situação, onde prevalece uma estratégia não-cooperativa, intermediária entre a cooperação e o livre acesso.

4.2.3. O fluxo de informações no sistema: a percepção das relações de causa e efeito

Neste momento, consideram-se os atos econômicos dos pescadores, entendidos como todas as ações destinadas à explotação de recursos pesqueiros e, subsidiariamente, caça e coleta. Estes atos produzem respostas do meio, geram externalidades e incertezas. A percepção dos estímulos contrários – feedback do meio – deve ser considerada, partindo-se de considerações tais como:

i. impactos ambientais e percepção dos pescadores; o aprendizado e a utilização de informações de feedback do meio;

De acordo com Robson (1998), a literatura recente em jogos evolutivos referentes às regras de aprendizagem social, generalizam a dinâmica do replicador da biologia. Estas regras têm uma propriedade adaptativa "ingênua", pois envolvem uma conjectura de que os padrões presentes de recompensas observados na população irão persistir no futuro imediato. Indivíduos acreditam que "aquilo que você observa é aquilo que você ganha".

Robson (1998) parte de um exemplo onde foi suposta a existência de uma população contínua de tamanho 1. Neste caso, há duas estratégias possíveis. Cada uma delas renderia apenas utilidade 1 ou utilidade 2. Uma fração $x^t \in [0,1]$ da população opta pela primeira estratégia no tempo t, dos quais x_1^t recebem utilidade 1 e x_2^t recebem utilidade 2, então $x_1^t + x_2^t = x^t$. Uma fração $y^t \in [0,1]$ opta pela segunda estratégia no tempo t, dos quais y_1^t recebem utilidade 1 e y_2^t recebem utilidade 2, onde $y_1^t + y_2^t = y^t = 1 - x^t$. A regra de aprendizagem social está na dinâmica do replicador:

$$x^{t+1} = \frac{x_1^t + 2x_2^t}{x_1^t + 2x_2^t + y_1^t + 2y_2^t}$$

Robson (1998) menciona que esta dinâmica do replicador tem uma propriedade adaptativa tal que $x^{t+1} > x^t$ se e somente se $\left(x_1^t + 2x_2^t\right)/x^t > \left(y_1^t + 2y_2^t\right)/y^t$ para todo $x^t \in (0,1)$. Então, a fração da população que opta pela primeira estratégia aumentaria se e somente se a utilidade esperada derivada desta distribuição empírica atual excedesse aquela derivada da segunda estratégia.

Dentro de um contexto social, Robson (1998) menciona ser plausível que as restrições às regras de aprendizagem englobem a imitação (talvez a aprendizagem se dê por imitação). O que ocorre é que o indivíduo normalmente acredita que um padrão observado no presente, irá se repetir no futuro e esta expectativa é avaliada em termos de utilidade. As diferenças nos comportamentos entre indivíduos não se encontram na regra adaptativa, estritamente compreendida. Estas diferenças se relacionam mais diretamente à ligação existente entre os rendimentos das distribuições.

ii. o papel da fiscalização/educação;

O exercício da pesca é regulamentado por uma legislação própria. Esta prevê, em linhas gerais, como a atividade deve ser realizada: quais petrechos são permitidos; qual o tamanho mínimo de captura das espécies e quais os períodos de defeso. Em alguns casos pode haver a implementação de políticas de zoneamento, e restrições de acesso aos estoques. Entretanto, nada disso faria sentido sem que houvesse fiscalização, que é a forma pela qual o Estado impõe o cumprimento das normas legais, prevendo nos casos de desobediência, punições.

Neste contexto, Ferguson & Melolidakis (2000) abordam uma espécie de "Jogo de Fiscalização". Imagine que um órgão ambiental da Administração Pública tenha $k \leq N$ fiscais com diferentes habilidades. O pescador possui $l \leq N$ equipamentos de pesca (com diferentes seletividades) para serem empregados dentro dos próximos n dias. O órgão

ambiental pode determinar que apenas um fiscal trabalhe num único dia. Assim, o órgão ambiental decide seqüencialmente o fiscal que irá trabalhar em cada dia (não pode haver repetição de fiscais, neste exemplo o fiscal que já trabalhou não pode ser convocado novamente). Da mesma maneira, o pescador decide qual equipamento irá utilizar em cada dia de pesca (o pescador também não pode repetir o equipamento, cada petrecho pode ser utilizado uma única vez). Se o fiscal i está trabalhando no dia em que o pescador está utilizando o equipamento j, o pagamento do fiscal seria m_{ij}, i-1, ...,k,j, $=1,...,l$. Se, por outro lado, o pescador vende sua produção (capturada com o equipamento j) num dia em que o fiscal não está trabalhando, o pagamento do pescador é s_j. Nos dias em que o pescador não trabalha o pagamento é zero. Com o tempo, o órgão ambiental aprende a freqüência de utilização de cada tipo de equipamento, enquanto o pescador aprende apenas a seqüência de fiscais (qual fiscal trabalhará numa determinada data).

Este problema pode ser abordado como um jogo com recursos finitos. Considere que os primeiros k elementos de $A = \{1,2,..., N\}$ denotam os fiscais e os últimos $N - k$ elementos denotem os dias em que ninguém fiscaliza. Da mesma maneira, considere que os primeiros l elementos de $B = \{1,2,..., N\}$ denotam os diferentes equipamentos e os últimos $N - l$ elementos denotam os dias em que o pescador não trabalha. A matriz associada seria:

$$M(i,j)=\begin{Bmatrix} m_{ij} \ se \ 1 \le i \le k \ e \ 1 \le j \le l \\ -s_j \ se \ k \le i \le N \ e \ 1 \le j \le l \\ 0 \ se \ l \le j \le N \end{Bmatrix}$$

O valor do jogo seria dado por $V=(1/N)\left\lfloor \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{l} m_{ij}-(N-k)\sum_{j=1}^{l} s_j \right\rfloor$, o que facilitaria a descoberta das estratégias ótimas para este caso.

Pressupondo que o ordenamento pesqueiro tem por finalidade a conservação dos estoques em níveis economicamente viáveis de explotação, Clark (1990) afirma que o dilema básico enfrentado pelos usuários destes recursos é decidir entre sua depleção ou manutenção. Entretanto o pressuposto básico para a aplicação da teoria é a "racionalidade" (Davis, 1973 e King, 1998). A racionalidade é entendida pela escola neoclássica da economia a partir da premissa de que homem é racional em suas escolhas econômicas. Agir racionalmente significa escolher a alternativa de ação que proporcionará maiores lucros ao jogador. A vantagem da aplicação da Teoria dos Jogos neste caso, é que os lucros e atitudes pessoais são determinados pelas estratégias adotadas pelos outros jogadores e o objetivo final é a indicação de uma solução ótima e estável (Simonsen, 1994; King, 1998).

Empiricamente, é fácil ver que existe uma função de utilidade associada às preferências de sistemas de gestão de recursos pesqueiros por parte do Estado. Os recursos pesqueiros são bens públicos de domínio da União e de uso comum (Camargo, 1999). A sustentabilidade da explotação desses recursos deve ser o objetivo final de todos os jogadores (pescadores-usuários e Estado), pois é empiricamente fácil ver que a falência dos estoques possui utilidade zero.

Todos os conceitos e métodos apresentados até agora foram aplicados durante o desenvolvimento do trabalho. O conjunto dessas informações sistematizadas é o arcabouço

teórico/prático, que permitiu a análise dos dados levantados e a realização das simulações necessárias à conclusão de nossos trabalhos.

5. Modelos de Questionários Utilizados nas Coletas

5.1. Modelo 1

Local:	Data:

1. Nome do pescador e colônia a qual pertence: 2. Número de dependentes:	3. Idade:	4. Nome do barco:

5. Número de ajudantes de pesca: 6. Há quanto tempo exerce a pesca em Tucuruí? 7. Quantos outros familiares estão envolvidos com a pesca?	8. O ajudante é parente ( ), amigo ( ), ou empregado ( )? 9. Renda semanal estimada, proveniente da atividade pesqueira: 10. Exerce outra atividade profissional remunerada? Sim ( ), Não ( ). Se exerce, qual a renda semanal estimada?

Dados de Pesca

1. Local de pesca: ( ) próximo às margens ( ) no meio do reservatório ( ) remansos ( ) barras	4. Quantas vezes por dia revista o material de pesca?
2. Local de benefiaciamento do pescado: ( ) reservatório ( ) margens ( ) acampamento ( ) em casa ( ) outros	5. Forma de venda do pescado: ( ) intermediários ( ) diretamente: ( ) atacado ( ) varejo
3. Local de pesca dentro do reservatório: ( ) próximo às margens ( ) no meio do reservatório ( ) reentrâncias	6. Citar os melhores meses para o exercício da atividade pesqueira: 7. Citar os piores meses:

8. Citar as três espécies mais importantes comercialmente: a. b. c.	9. Citar as três espécies descartadas com mais freqüência: a. b. c.

10. Citar os aparelhos de pesca e suas características:	Quantidade	Regime de propriedade do bem	Durabilidade real	Características
a. Barco(s)				
b. Rede(s)				
c. Motor(es)				
d. Outros equipamentos				

11. O pescador faz a manutenção do próprio equipamento? De quais itens especificamente?

12. Qual a forma de conservação do pescado utilizada?

13. Qual o consumo médio semanal de pescado da própria produção?

14. Relacionar os principais problemas legais relacionados ao exercício da atividade pesqueira:

15. Relacionar os conflitos existentes relacionados à explotação do recurso:

5.2. Modelo 2

Nome do pescador e colônia a que pertence:	Nome do barco:

Ponto de amostragem:	Locais onde o pescado foi capturado:
Data:	

Tipo de corpo de água	( ) rio ( ) reservatório
Tipo de biótopo	( ) margem livre ( ) margem com vegetação ( ) praia ( ) corpo central

Redes de espera e demais aparelhos

Período de exposição	Horário de instalação: Horário de recolhimento:
Horários de revista:	

Outros aparelhos utilizados:	Espécies capturadas e peso por espécie no desembarque:

Dados biométricos

Espécie	N°	Comprimento padrão (cm)	Peso (kg)	Malha	Observações

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

Revista: Acta Amazonica

Resumo

As pescarias no reservatório da UHE-Tucuruí envolvem cerca de 6.000 pescadores e movimenta 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 se conhecer 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 2005. A metodologia utilizada para as simulações e análises de risco também se revelou adequada à realidade local e ao conjunto de dados disponível.

Palavras-chave:

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

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

Abstract

The fisheries in the reservoir of UHE-Tucuruí employs about 6.000 fishermen generating about of R$ 4,2 million/year[8]. There are three 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 with the following aims: to get to know the reservoir fisheries and fishermen; create scenarios of fishing effort increase; and, forecast potential conflict due to the collapse of resources. The following variables were considered: target-species landings (data records supplied by the fishermen 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 in the software Vensim PLE. The results indicate that the hook and line fishery is the most profitable, and potential conflicts due to resource scarcity could occur in 2005. The methodology used for the simulations and risk analyses was found to be suitable for the local reality and available data set.

[8] Brazilian currency in late 1990 was about R$1,00 = US$1,00.

Keywords:

Risk Analysis, Precautionary Management, Inland Artisanal Fisheries, Theory of Games, Tucuruí Reservoir.

Introdução

A bacia Tocantins-Araguaia é um dos formadores do estuário do Amazonas, com extensão de 2.500km até a foz e localiza-se quase que integralmente entre os paralelos 2º e 18ºS e meridianos 46º e 55ºW. 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, 767.000km^2, seu relevo topográfico é monótono, com altitudes variando entre 200 e 500m, exceto nas nascentes, aonde chega a mais de 1.000m. Na região de Tucuruí as altitudes são inferiores a 100m (ELETRONORTE, 1987*a* e Ribeiro **et al**., 1995).

O reservatório de Tucuruí localiza-se no rio Tocantins, na região central do Estado do Pará (3º43’ e 5º15’S e 49º12’ e 50º00’W). O fechamento da barragem se deu em 1984, inundando uma área de 2.430km^2, de acordo com cálculos baseados em imagens de satélite (Fearnside, 1999). Sua construção ocorreu devido à crescente demanda por energia elétrica na região norte do 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 permaneceu: a pesca artesanal.

Até o início dos anos 90, cerca de 6.000 pescadores atuavam no reservatório, movimentando R$ 4,2 milhões por ano[9] (Boonstra, 1993), sem qualquer ônus social ao Estado. 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, *Hypophthalmus 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 e/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 *Hypophthalmus 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, pois o crescimento da economia local, impulsionado pela construção da barragem e facilidade

[9] R$1,00 ≅ US$1,00 em 1993 e 1994.

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 e/ou não-cooperação 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 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, existe também a opinião de Park (2000), reforçando a tese de que só haveria incentivo à cooperação, quando os benefícios individuais fossem maiores que os custos das contribuições. Entretanto, enquanto que individualmente a estratégia mais compensadora tende a ser a não-cooperação, para o grupo, a coalizão total entre os membros parece ser ideal.

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 prováveis[10]. 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 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). A literatura que trata dos mecanismos de fluxo de informações e aprendizagem é vasta. Predominantemente, 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.

[10] No caso da pesca, esta idéia pode ser aplicada à análise sobre decisões individuais e/ou grupais sobre cooperação na manutenção de um estoque de uso comum.

Essa aversão ao risco, deixa aos tomadores de decisão (ou mesmo aos jogadores) duas alternativas, segundo Palmini (1999): favorecer o aspecto social (no caso da 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, conforme se observa em Weeks & Berkeley (2000) e 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 explotação 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.

Conforme tem sido registrado na literatura, 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 conseqüências das mudanças institucionais.

A década de 90 foi um período no qual a Teoria dos Jogos ganhou notoriedade, devido principalmente a utilização da Teoria da Evolução Biológica entre os economistas. Uma das conseqüências dos estudos desse período 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 conseqüências 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 idéia 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, e que 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 explotação;

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 nos anos de 1999 e 2000, em duas campanhas de coleta realizadas na área do reservatório e na literatura. 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 3 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 3 colônias foram entrevistados. A partir dessas entrevistas, obteve-se os dados de desembarque das 3 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 a eles associada. 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 7 pontos, distribuídos ao longo do reservatório (Figura 1). Esta campanha teve por objetivo confirmar a existência de dois grupos de pesca com estratégias puras (2 grupos distintos e 1 com estratégia mista), a eventual existência de conflitos, as formas de pesca, espécies-alvo, características de mercado, existência de fiscalização, forma de desembarque e relações existentes entre pescadores e intermediários. Somente os principais resultados serão apresentados.

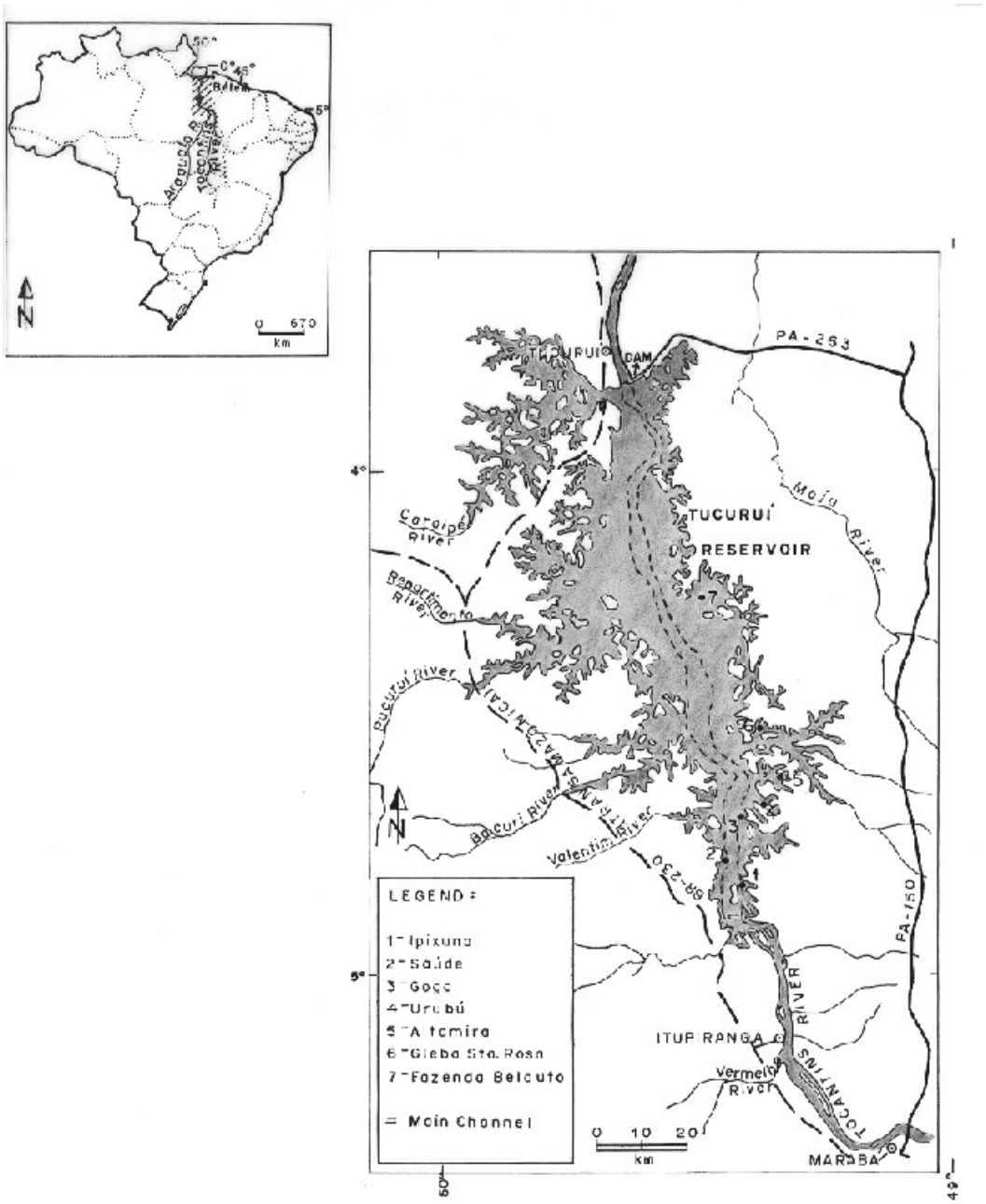

Figura 1. Localização do reservatório da UHE-Tucuruí e dos pontos percorridos durante as campanhas de 1999 e 2000.

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-edáfico 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 explotado (Gavaris, 1996).

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, partindo-se do modelo proposto por Clark (1990), que foi adaptado para o conjunto de dados obtidos e para a realidade local.

$$
\begin{aligned}
&\frac{dx}{dt} = F(x) - h_1(t) - h_2(t),\\
&x(0) = x_0,\\
&h_i(t) = qE_i(t)x(t),\\
&\pi(x,E_i) = (pqx - c_i)E_i,\\
&PV_i(E_i) = \int_0^{\infty} e^{-\delta t}\pi_i(x,E_i)dt,\\
&0 \le E_i(t) \le E_i^{\max}
\end{aligned}
$$

Onde:

i) $F(x) =$ taxa de crescimento natural da população de peixes;

ii) $x = x(t) =$ tamanho do estoque no tempo t;

iii) $h_i(t) =$ taxa de captura com a estratégia $i = 1,2$;

iv) $q =$ coeficiente de capturabilidade;

v) $E_i(t)\,x(t) =$ esforço pesqueiro do *i*-estrategista sobre o estoque x no momento t;

vi) $\pi_i(x, E_i) =$ renda econômica do *i*-estrategista;

vii) $p =$ preço;

viii) $c_i =$ custo com o exercício da atividade do *i*-estrategista;

ix) $PV_i =$ custos fixos do *i*-estrategista no tempo;

x) $\delta =$ taxa de desconto.

Observe-se que:

i) As estratégias têm custos de esforços diferentes;

ii) os preços são iguais;

iii) as taxas de desconto são iguais;

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 $h_1, h_2 =$ 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 de pescadores também foram estimadas a partir de dados da literatura.

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 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.

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 (1987*b*)
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, ocorrido em 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 **et al**. (1995)
Antes de 1993	-	5-8 Kg/ha/ano	
1993	0,8 ind/km^2	-	
1995	1,6-2,1 ind/km^2	4500	

Resultados: dados coletados em campo

Marabá

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

Tabela 3. Desembarques de pescado em Marabá (de acordo com Antônio Rodrigues Dias, presidente da Colônia Z-30 dos Pescadores de Marabá, **in litteris**).

Nome Científico	**Soma da Produção Total (t) anual de 1992 a 1999**
Cichla monoculus	359
Plagioscion squamosissimus	679
Hypophthalmus marginatus	498
Restante (outras spp)	1.824
TOTAL	3.360

Sobre o volume desembarcado, observado na Tabela 3, aproximadamente 2.100t foram destinadas à exportação, principalmente para o mercado consumidor de Belém (de acordo com 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 tabulados em termos de produção mensal total 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. Entretanto foi excluída da Tabela 3, a produção total do peixe salgado (seco), que foi 1,7t, e da "mistura", que são espécies de baixo valor, não discriminadas pelos apontadores, que foi de 154t, por não serem objeto desse estudo. Ainda na Tabela 3, a linha correspondente ao "restante" representa espécies menos freqüentes nos desembarques, porém, detalhadamente discriminadas pelos apontadores.

A produção desembarcada em Marabá está representada na Figura 2, excluídos os dados de 1992 e 1999, que são incompletos.

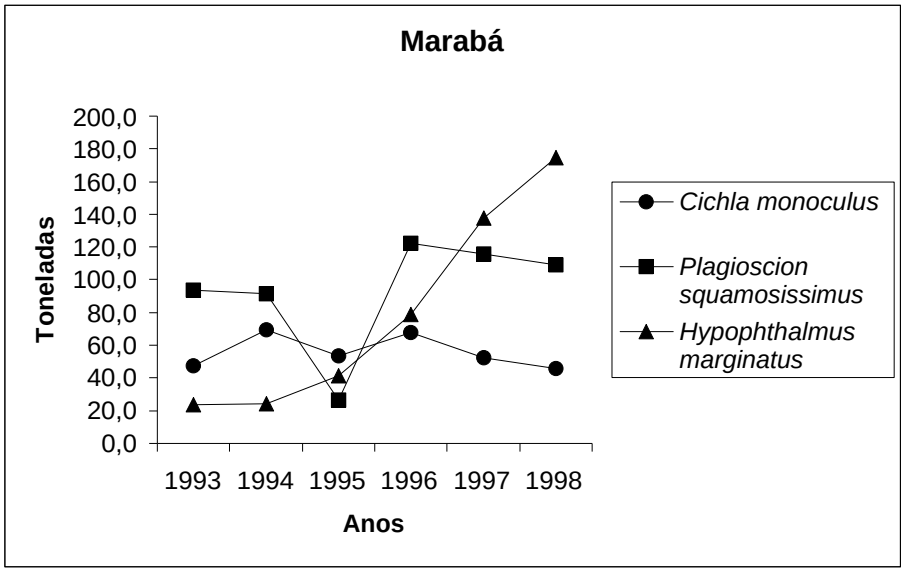

Figura 2. Produção total por espécie de pescado desembarcada em Marabá entre 1993 e 1999.

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. A Tabela 4 relaciona a produção total das três principais espécies e de todas as restantes, no período mencionado.

Tabela 4. Relação das espécies que possuem desembarque monitorado, em Tucuruí (de acordo com Rosalino Monteiro Rodrigues, Presidente da Colônia Z-32 dos Pescadores de Tucuruí, **in litteris**).

Nome Científico	**Soma da Produção Total (t) anual de 1992 a 1999**
Hypophthalmus marginatus	2.585
Plagioscion squamosissimus	2.124
Cichla monoculus	3.830
Restante (outras spp)	471
TOTAL	8.539

Os dados de Tucuruí estão tabulados em termos de produção mensal por espécie entre Janeiro de 1992 e Dezembro de 1993. A partir de Março de 1994 os dados passam a relatar a produção diária por espécie; entretanto, em nenhum caso há qualquer medida de esforço relativa às capturas.

A produção total da “mistura” foi 736t, do peixe salgado (seco) foi 137t e o total geral de todas as espécies foi 9.886t (dados aproximados). Na Tabela 4 a linha correspondente ao termo “restante” representa espécies pouco freqüentes nos desembarques, mas detalhadamente discriminadas pelos apontadores locais.

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.

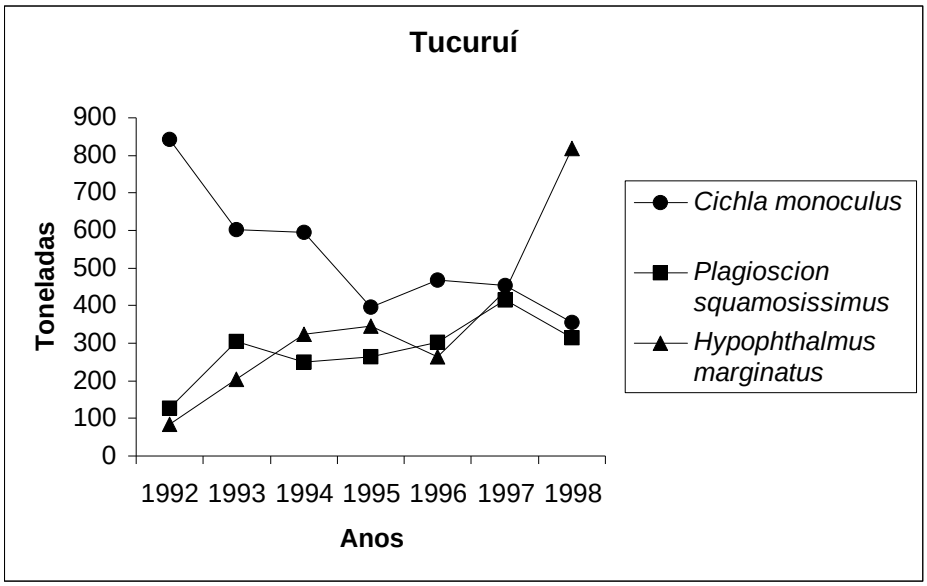

Figura 3. Produção total por espécie de pescado desembarcada em Tucuruí entre 1992 e 1998, excluídos os dados de 1999, por estarem incompletos.

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 *Plagioscion squamosissimus*

e o *Cichla monoculus* (R$1,00/2,00*kg^{-1}) são mais valorizados no mercado, atingindo preços entre 5 e 10 vezes mais altos que os praticados para o *Hypophthalmus marginatus* (R$0,10/0,20*kg^{-1}). Com base nestes preços e na produção relatada no texto, é possível estimar uma movimentação de R$ 1.633.373,00 (considerando preços médios entre os valores mínimos e máximos) 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 ordem de R$ 9.320.151,00.

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

Tabela 5. Relação dos rendimentos totais obtidos por espécie (de acordo com Rosalino Monteiro Rodrigues, Presidente da Colônia Z-32 dos Pescadores de Tucuruí, **in litteris**).

Espécie	**Rendimento em R$ (1992 a 1999)**
Cichla monoculus (anzol)	6.285.410,00
Plagioscion squamosissimus (anzol+rede)	4.205.583,00
Hypophthalmus marginatus (rede)	462.531,60

Simulações

O modelo proposto por Clark (1990) foi simulado, sem nenhuma modificação, com a finalidade de se comparar a 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, 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-explotação 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 principal diferença 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 foi possível medir numericamente a relação entre o crescimento populacional de Marabá e o incremento da demanda por pescado na região.

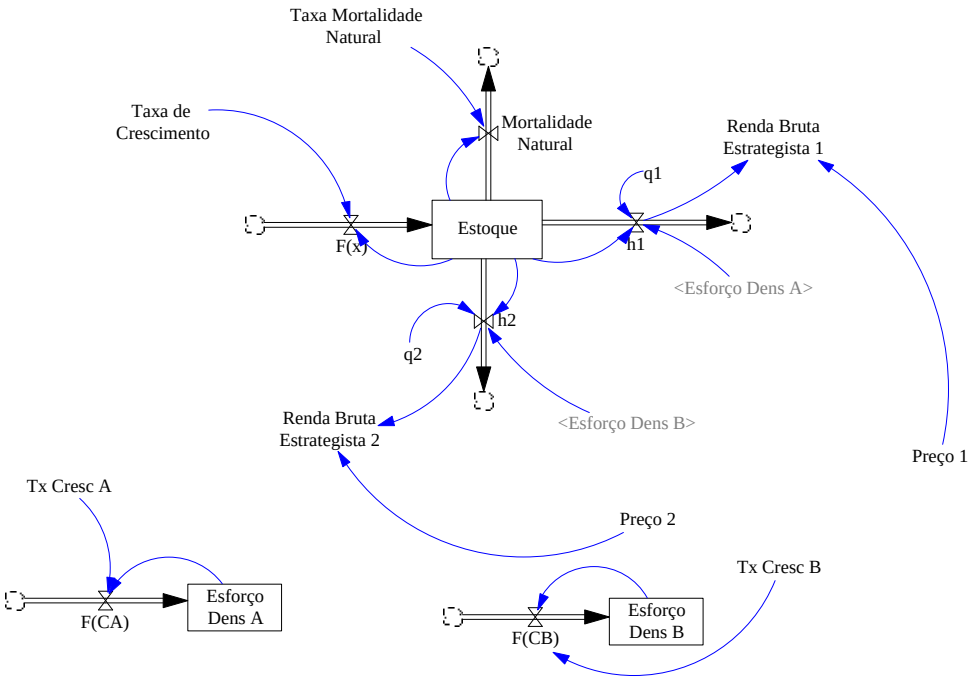

Figura 4. Fluxograma relativo à terceira aproximação teórica ao modelo de comparação de estratégias de pesca, adaptado de Clark (1990).

Equações (baseline condictions) para a simulação do modelo conceitual da Figura 4.

(01) Esforço Dens A= INTEG ("F(CA)", 0.8)

Unidade: IND/Km2

(02) Esforço Dens B= INTEG ("F(CB)", 1.3)

Unidade: IND/Km2

(03) Estoque= INTEG ("F(x)"-h1-h2-Mortalidade Natural, 3400)

Unidade: Tons/ANO

(04) "F(CA)"= Esforço Dens A*Tx Cresc A

Unidade: IND/ANO

(05) "F(CB)"= Esforço Dens B*Tx Cresc B

Unidade: IND/ANO

(06) "F(x)"= (Estoque*Taxa de Crescimento)+3400

Unidade: Tons/ANO

(07) TEMPO FINAL = 10

Unidade: ANO

Tempo final da simulação.

(08) h1= Esforço Dens A*Estoque*q1

Unidade: Tons

(09) h2= q2*Esforço Dens B*Estoque

Unidade: Tons

(10) TEMPO INICIAL = 0

Unidade: ANO

Tempo inicial da simulação.

(11) Mortalidade Natural= Estoque*Taxa Mortalidade Natural

Unidade: Tons/ANO

(12) Preço 1= 1.2

Unidade: R$/Kg

(13) Preço 2= 0.3

Unidade: R$/Kg

(14) q1= 0.15

Unidade: %

(15) q2= 0.35

Unidade: %

(16) Renda Bruta Estrategista 1= h1*Preço 1

Unidade: R$/ANO

(17) Renda Bruta Estrategista 2= h2*Preço 2

Unidade: R$/ANO

(18) SAVEPER = TIME STEP

Unidade: ANO

A freqüência das saídas foi salva.

(19) Taxa de Crescimento= 0.025

Unidade: %

(20) Taxa Mortalidade Natural= 0.01

Unidade: %

(21) TIME STEP = 1

Unidade: ANO

Passo da simulação.

(22) Tx Cresc A= 0.1

Unidade: %

(23) Tx Cresc B= 0.1

Unidade: %

Nas mencionadas condições, o estoque entraria em declínio a partir de 2001, e em 2005 iniciaria a sobrepesca (Figura 5).

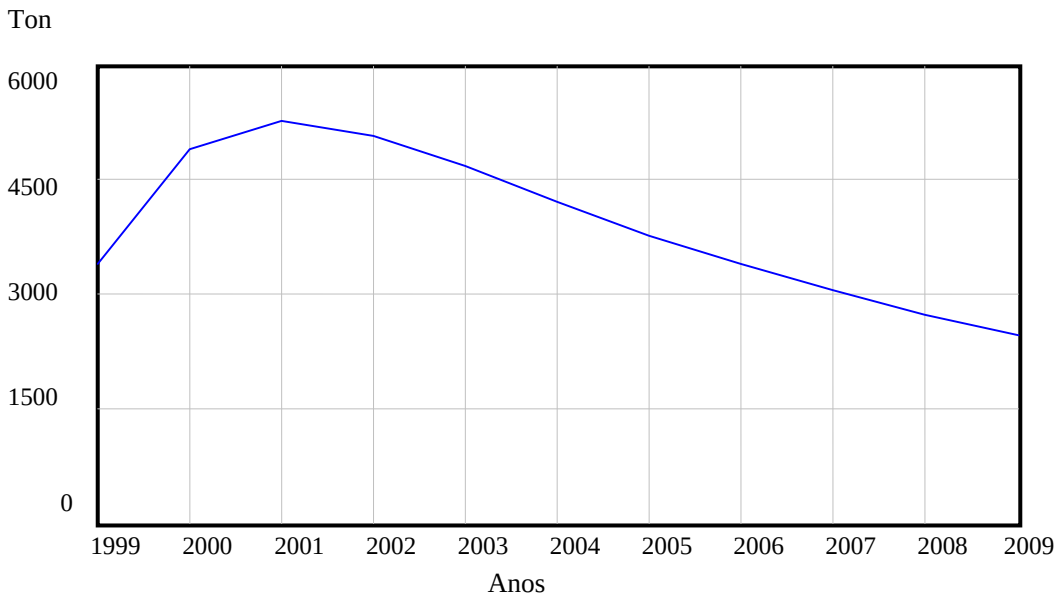

Figura 5. Variação estimada do estoque no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando uma taxa de crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

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/km^2, durante o período entre 1999 e 2009. Estas projeções foram criadas em módulos separados do modelo principal (Figura 4) e relacionadas posteriormente como “variáveis 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. Tal fato se deve ao aumento do esforço pesqueiro no cenário proposto.

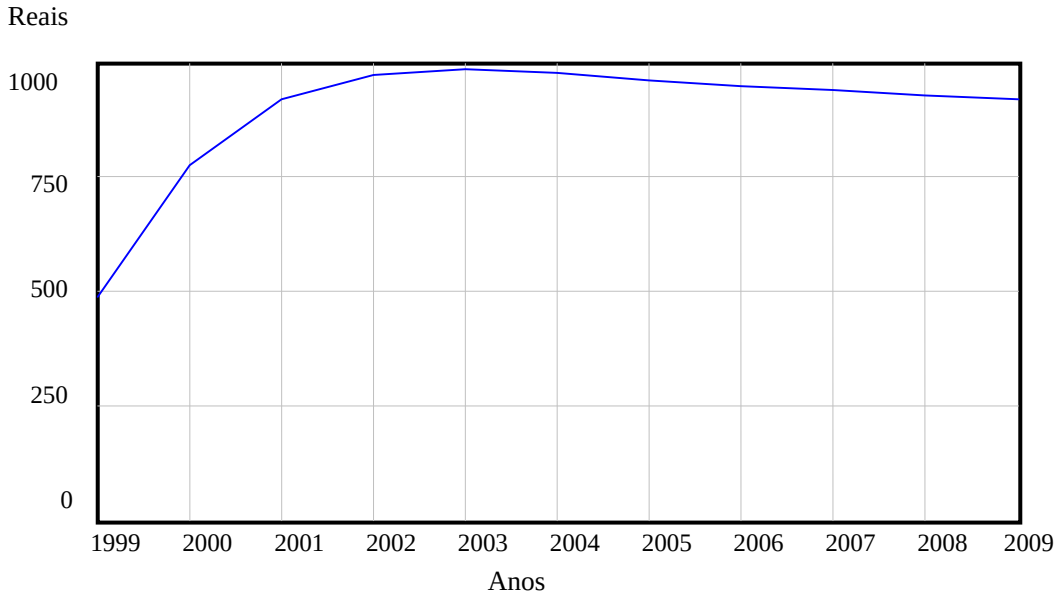

Figura 6. Variação estimada da renda, em Reais por ano, para a pesca com anzol praticada no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando um crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

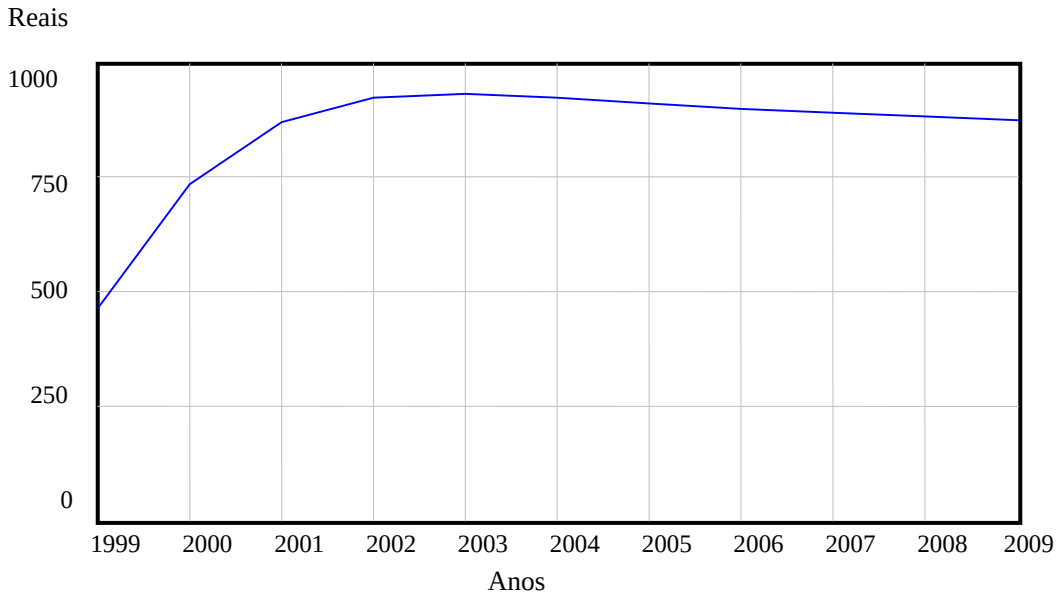

Figura 7. Variação estimada da renda, em Reais por ano, para a pesca com rede praticada no reservatório da UHE-Tucuruí, considerando um crescimento de 10% ao ano na densidade de pescadores.

Discussão

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 do mapará *Hypophthalmu marginatus* na produção total. Nas Figuras 2 e 3, que ilustram a evolução dos desembarques no tempo, é possível verificar a queda da produção das três principais espécies (*Cichla monoculus*, *Plagioscion squamosissimus* e *Hypophthalmus marginatus*) em 1995. 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.

O mercado consumidor de Belém é o principal destino da produção do reservatório. A população no seu entorno é expressiva, principalmente em Marabá, que atualmente possui cerca de 168.000 habitantes (Jacundá possui 40.000, Tucuruí 73.000 e Breu Branco 32.000, IBGE, 2002).

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 possível observar através das Figuras 6 e 7 que o retorno financeiro da pesca do *Hypophthalmus marginatus* (para os pescadores) é duvidoso: há necessidade de maior investimento inicial, maior investimento em 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 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 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 sub-aproveitados. 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 explotado (Gavaris, 1996).

Conceitualmente, o primeiro problema a ser enfrentado pelo administrador e/ou usuário é a diferença teórica entre bem público abordado 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 incentiva práticas restritivas, favorece a clandestinidade (cf. Klooster, 2000). A análise da relação custo/benefício dos payoffs individuais e grupais, como forma de quantificar o incentivo à cooperação entre atores, conforme Park (2000) pode ser influenciada pelos payoffs 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 "causa e efeito" que os pescadores possuem de seus atos. 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 do tracajá *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848, mencionando que anos antes seus filhos coletavam diversas 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" que antes, e não pela coleta massiva de todos os ovos de tracajá ali depositados. Casos semelhantes foram observados com o jacaré e outras espécies da fauna terrestre.

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 explotados. 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

explotadas. Isto se justifica pela falta de conhecimento específico sobre os recursos explotados 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.

Diversos autores trabalham com avaliação de riscos (Kirchkamp, 2000; Burnham **et al**., 2000; Bem-Ner & Putterman, 2000), entretanto, a maior parte da literatura trabalha sobre 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 incertezas 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 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 propriedade comum e agora imputada à falência das

praticas 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).

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 (Figura 4) onde haveria um incremento no esforço pesqueiro através do aumento no número de pescadores (ou densidade no reservatório), onde já se observa a tendência, em médio prazo, de sobre-pesca. Esta funcionalidade reforça a opinião de Ruttan (2000), onde estas ferramentas matemáticas servem como instrumentos para testes de hipótese.

No cenário atual, pode-se dizer com um nível de segurança satisfatório que os recursos são sub-explotados, 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 sobre-pesca (cf. Wilson, 2000). De acordo com as simulações apresentadas, a produção entraria em declínio no 2º ano (2001) e a sobre-pesca 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 é o motivo que poderia 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, há carência de séries temporais. Os dados da ELETRONORTE 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 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 foi bem sucedida, 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 e 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 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 à 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 devem 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.

Conclusão

Diante do exposto, conclui-se que:

i) O levantamento de informações primárias e secundárias sobre a área de estudos permitiu o conhecimento das principais características dos pescadores e das pescarias do reservatório da UHE-Tucuruí, gerando informações suficientes para a criação do cenário proposto e posteriores simulações;

ii) O modelo é flexível, permitindo um ajuste satisfatório em relação ao conjunto de dados obtidos nesse levantamento;

iii) A metodologia é adequada para se criar cenários e analisar riscos, partindo-se de situações onde há pouco conhecimento disponível;

iv) As simulações indicam o nível de rendimento das diferentes estratégias de pesca e permitem comparações sobre a eficiência de cada uma;

v) Com um aumento de 10% ao ano no número de pescadores, haverá possibilidade de conflitos devido à escassez de pescado, a partir do 7º ano (2005).

7. Discussão e Conclusões Gerais

Neste momento, cabem algumas considerações finais sobre o trabalho como um todo. Conforme visto na parte geral, há muitos dados não publicados sobre a pesca no reservatório da UHE-Tucuruí. Este fato, apesar de viabilizar as simulações, apresenta uma desvantagem, que é a dificuldade de publicação de artigos em revistas estrangeiras. O artigo foi escrito de forma a contornar essa limitação; por isso, sempre que possível buscou-se validar os dados da ELETRONORTE com informações disponíveis na literatura.

O objetivo inicial do projeto de pesquisa que consubstanciou a presente tese era principalmente o teste da metodologia de simulação para o planejamento setorial pesqueiro. Especificamente, pretendeu-se conhecer os pescadores e pescarias do reservatório, comparar estratégias de pesca e prever momentos de conflito devido ao aumento do esforço pesqueiro ou depleção dos estoques (simulando coalizões entre os jogadores). O artigo aqui apresentado cobriu todos esses objetivos.

Em relação aos trabalhos de campo, foi possível verificar que entrevistas demoradas (utilizadas na primeira campanha) não foram eficientes; todos os pescadores que presenciavam as entrevistas dos demais, ao tomarem conhecimento do teor das perguntas, se dispersavam.

Na mesma época (primeira campanha) constatou-se também que as perguntas sobre a produção pesqueira eram baseadas em informações indiretas e fortemente sujeitas a erros. Uma fonte de erro freqüente foi o desconhecimento do pescador sobre o montante (kg) de pescado por ele capturado. A produção não é pesada na frente do pescador, que a entrega, sem nenhuma pesagem prévia, a um intermediário. Este sempre leva o pescado para ser pesado nos portos. O pescado, ainda antes de ser pesado, sofre uma inspeção dos compradores, que

verificam se estes não estão estragados. Após este procedimento, o pescado desembarcado é separado por espécies e pesado. Os resultados dessas pesagens são informados aos pescadores posteriormente, assim como o preço obtido na venda (que varia diariamente). No caso do pescado estar estragado, o preço é diferenciado: nesta situação ocorre a salga e o produto é vendido a preços inferiores. Estes procedimentos dificultaram determinar a procedência do pescado nos pontos de desembarque, além de tornarem difíceis a associação de qualquer medida de esforço aos dados de captura.

Análises estatísticas exploratórias foram realizadas na tentativa de se estabelecer padrões de conexão entre as variáveis econômicas, obtidas durante a coleta, e as rendas declaradas pelos pescadores. Não se chegou a nenhum resultado satisfatório, o que conduziu a duas conclusões: 1) os pescadores não sabem quanto capturam e nem quanto ganham pela própria produção e/ou; 2) os entrevistados não responderam às questões propositalmente, indicando desconfiança em relação ao entrevistador.

Na segunda campanha de campo, através de técnicas de observação participativa e sem a utilização de questionários, foi possível constatar que os pescadores dominam estratégias bem definidas, para a captura de determinadas espécies-alvo. Normalmente os pescadores atuam sempre de uma mesma forma e, constitui minoria o grupo que utiliza artes de rede e de anzol ao mesmo tempo.

O método de coleta de dados foi mais eficiente que na 1ª campanha. O fato do pesquisador não ter aplicado questionários formais deixou os pescadores mais à vontade. Estes acabaram por fornecer mais informações que anteriormente. As observações participativas permitiram melhor aproveitamento do tempo e muitos pescadores puderam ser observados.

Na segunda campanha optou-se por permanecer mais tempo num único local (no caso na Saúde) para se tentar minimizar os problemas causados pela novidade. Depois do terceiro

dia, a equipe deixou de chamar a atenção dos pescadores e estes foram observados trabalhando normalmente.

Os pescadores apresentam comportamentos de defesa em relação a territórios definidos, decorrente de direitos de propriedade informais em terra e na água. As margens e ilhas do reservatório são habitadas, em alguns locais densamente. Entretanto toda a terra da região é de propriedade da ELETRONORTE. A população local detém apenas a posse irregular dos locais que habitam e cultivam. Neste sentido, foi observada, bastante apreensão dos pescadores em relação à ELETRONORTE. Eles acreditam que podem ser retirados de suas casas a qualquer momento. Apesar deste fato, estas áreas nas margens ou ilhas, são correntemente comercializadas. Qualquer morador pode negociar sua "propriedade" livremente e a comunidade respeita estas negociações.

Por outro lado, devido ao fato do reservatório ter sido fechado sem a retirada da vegetação, há muitos obstáculos físicos à pesca. Dentro do reservatório, dificilmente seria possível a pesca com redes de deriva, e os demais tipos de redes possuem área de utilização espacial relativamente restrita. Normalmente os pescadores, durante a seca, limpam locais para armarem suas redes. Estes pontos são abertos com motosserra, e constituem um grande investimento em tempo e dinheiro para os moradores locais. A madeira inundada tem sido intensamente aproveitada pelos moradores locais, sendo utilizada na construção de casas, barcos e como combustível.

Foi constatado que os pescadores podem ser de qualquer idade. Comumente pescadores adultos tecem comentários sobre crianças, como sendo pescadores experientes e produtivos. A estrutura social da pesca, entretanto, possui algumas características próprias. Há pescadores que trabalham em pequena escala e de maneira independente, vendendo sua produção a mais de um intermediário; e há grupos de pescadores que trabalham para um proprietário de barco motorizado, e este, por sua vez, entrega a produção total do grupo a um

intermediário, ou então a negocia diretamente nos portos maiores (por exemplo: Gleba Santa Rosa e Tucuruí).

Quando estes grupos de pescadores saem para trabalhar, é comum observar um barco maior rebocando diversas canoas, muitas caixas de gelo e muito equipamento de pesca.

A venda da produção também obedece a características próprias. Não foi constatado, em nenhuma ocasião, pagamento à vista aos pescadores. O pescador entrega sua produção ao intermediário que a negocia nos portos. Depois o pescador é pago. Este pagamento, muitas vezes não é feito em dinheiro, mas em gêneros alimentícios e demais utilidades domésticas. Servem também como meio de troca, bebidas alcoólicas e tabaco.

A pesca possui uma rotina. Normalmente se trabalha de segunda a sábado. Os domingos são reservados ao descanso. Ressalte-se que em dias de muito vento a atividade é reduzida. Outros acontecimentos podem afetar regionalmente a pesca.

Não se observou falta de comida em nenhuma ocasião. Mesmo quando os pescadores não trabalham, sempre há peixe para o consumo. Quando se trata de alimentação todos os pescadores cooperam entre si. Neste sentido, acredita-se que há relaxamento no ambiente de seleção. Isto pode ser explicado por dois fatores: o nível de esforço pode ser baixo ou o estoque pode ser abundante. Adicionalmente, a falta da utilização da moeda não estimula os investimentos pessoais na atividade, nem permite a acumulação de capital.

O desperdício de pescado, deixado apodrecer a céu aberto nas praias, fortalece a hipótese de relaxamento no ambiente de seleção. Deve-se pensar sob o ponto de vista da Teoria dos Jogos, tendo em vista este processo seletivo. A interação entre os usuários e entre estes e o ambiente, possivelmente, mudaria se o nível de esforço aumentasse ou se os estoques diminuíssem.

Entretanto, a dinâmica das populações da ictiofauna local permitiu, até o momento, a mudança de epécies-alvo das pescarias. Conforme visto, após o represamento, houve

modificações na abundância de algumas espécies. O caso mais evidente á o mapará *Hypophthalmus marginatus*, que atualmente, tem sido um dos principais focos das pescarias locais. Esta espécie, conforme mencionado, possivelmente foi beneficiada pela transformação do ambiente lótico em lêntico (assim como o *Plagioscion squamosissimus*). Neste aspecto, o mercado parece ter demonstrado uma plasticidade muito grande de absorção na mudança de oferta por espécie, indicando que talvez, isto possa acontecer no futuro.

Por fim, resta analisar o papel da fiscalização dentro deste contexto. Esta tem sido praticada de forma irregular. No local atuam principalmente, funcionários da ELETRONORTE. Não se percebeu, durante a campanha, nenhuma espécie de preocupação maior dos pescadores com esta fiscalização. Apesar de reclamarem sempre, dizendo que usualmente têm sido vítimas de abusos e injustiças, continuam empregando práticas proibidas. O único local onde a fiscalização se faz efetiva é na região da Fazenda Belauto, por ser uma reserva da ELETRONORTE. Mesmo assim, a pesca, desde que praticada de forma legal, é livremente permitida.

Diante de todas estas experiências vividas em campo, e com base na interpretação do cenário criado nas simulações pode-se propor algumas sugestões úteis ao manejo da pesca na região; são elas:

i. controle (sistema de coleta de dados constante) dos desembarques de mapará nos principais pontos de intermediação e exportação (Gleba Santa Rosa - Jacundá, Ponto da Colônia em Tucuruí e Ponto da Colônia em Marabá);

ii. fiscalização sob os aspectos sanitários (já em implementação em Marabá) da produção comercializada nesses pontos;

iii. legalização da produção, através da emissão de notas fiscais (criação de mecanismos legais em nível estadual), permitindo a quantificação do montante de recursos em circulação no setor e a prática de políticas fiscais diferenciadas

(incentivando ou não a exportação, com base na retro-alimentação do modelo – manejo adaptativo);

iv. capacitação de líderes comunitários e agentes ambientais voluntários, facilitando a implementação de sistemas de gestão participativa dos recursos pesqueiros, com a participação organizada dos usuários locais;

v. sistematização e publicação dos dados (pesqueiros e limnológicos) e principais relatórios da ELETRONORTE, disseminando o conhecimento acumulado até o momento;

vi. maior envolvimento das instituições governamentais e não-governamentais na discussão sobre as propostas de manejo para a região.

8. Referências

Almeida, L. T. 1998. Política Ambiental: uma análise econômica. Papirus, São Paulo. 192p.

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).

Barrow, C. 1988. The impact of hydroelectric development on the Amazonian environment: with particular reference to the Tucuruí Project. Journal of Biogeography 15:67-78.

Begossi, A. 1998. Resilience and neo-traditional populations: the caiçaras (Atlantic Forest) and caboclos (Amazon, Brazil). In: Berkes, F. & Folke, C. (Editors), Linking Social and Ecological Systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press. p.129-157.

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.

Billard, E. A. 1996. Adaptation in a stochastic prisoner's dilemma with delayed information. BioSystems, 37:211-227.

Bittencourt, M. M. 1985. Estudos de Ecologia e Controle Ambiental da Região do Reservatório da UHE de Tucuruí. Sub-projeto: identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca. ELN/CNPq/INPA, Manaus, x+84p. (Relatório).

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.

Camargo, S. A. F. 1999. Aspectos Jurídicos do Ordenamento Pesqueiro Federal e do Estado de Minas Gerais. Verba Iuris, 1(2):7-20.

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).

Cetra, M. & Petrere, M. 2001. Small-scale fisheries in the middle River Tocantins, Imperatriz (MA), Brazil. Fisheries Management and Ecology, 8(2):153-162.

Chiang, A. C. 1982. Matemática para Economistas. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo. xxi+684p.

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.

CNPq/INPA. 1983. Estudo da Ecologia e Controle Ambiental na Região do Reservatório da UHE de Tucuruí: identificação da ictiofauna e avaliação do potencial da pesca. CNPq/INPA, Manaus. Paginação Irregular. (Relatório).

Collart, O. O. 1991. Tucuruí dam and the populations of the prawn Macrobrachium amazonicum in the Lower Tocantins (PA-Brazil): a four year study. Archives of Hydrobiology, 122(2):213-227.

Correio do Tocantins. 2002. Ano da Pesca: governo do Pará tem megaprojeto para o setor pesqueiro. Marabá (PA), 17 de jan. de 2002. http://www.skorpionet.com.br/, acessado em 17 de janeiro de 2002.

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.

Davis, M. D. 1973. Teoria dos Jogos: uma introdução não-técnica. Editora Cultrix, São Paulo. 214p.

ELETRONORTE. 1981. Estudos de Ecologia e Controle Ambiental na Região do Reservatório da UHE de Tucuruí – Ictiofauna. Convênio ELETRONORTE – CNPq – INPA, Brasília. Paginação Irregular. (Relatório).

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. 1987c. 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. Apresentação dos Resultados. PIP-Efeitos Ambientais à Jusante-P4 (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. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: the example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. Environmental Conservation, 24(1):64-75.

Fearnside, P. M. 1999. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. Environmental Management, 24(4):483-495.

Fehr, E. & Schmidt, K. M. 1999. A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation. The Quarterly Journal of Economics, August:817-868.

Ferguson, T. S. & Melolidakis, C. 2000. Games with finite resources. International Journal of Game Theory, 29:289-303.

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.

Hannesson, R. 1988. Fishermen's organizations and their role in fisheries management: theoretical considerations and experiences from industrialized countries. In: Hannesson, R. & Kurien, J. (Editors), Studies on the role of fishermen's organizations in fisheries management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) - Fisheries Technical Paper 300, Rome. p. 01-27.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. Science, 162:1243-1248.

Hutson, V. C. L. & Vickers, G. T. 1995. The spatial struggle of tit-for-tat and defect. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 348:393-404.

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 Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1997. Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil. 2ª Ed. IBGE, Rio de Janeiro. 208p.

Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 2002. Captura de Pescado em Tucuruí – Portaria 98/00 de 14/12/00, que regulamenta a Portaria 72 de 31/10/00. http://www2.ibama.gov.br/pesca/index0.htm, acessado em 22 de fevereiro 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).

Isaac, V. J.; Milstein, A. & Ruffino, M. L. 1996. A Pesca Artesanal no Baixo Amazonas: Análise Multivariada da Captura por Espécie. Acta Amazonica 26(3):185-208.

Isaac, V.J.; Ruffino, M.L. & McGrath, D. 1998. In Search of a New Approach to Fisheries Management in the Middle Amazon Region. Pp. 889-902. In: Funck, F.; Heifetz, J.; Ianelle, J.; Power, J.; Quinn, RT.; Schweigert, J.; Sullivan, P. & Ahang , C.I. (Editors), Proceedings of the Symposium on Fishery Stock Assessment Models for the 21st Century. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG-98-01: 879-902.

King, W. 1998. Strategy and Conflict: an introductory sketch of game theory. http://www.drexel.edu/top/eco/game, acessado em 05 de outubro de 1998.

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.

Laevatsu, T. & Favorite, F. 1988. Fishing and stock fluctuations. Fishing News Books Ltd. 239p.

Machado. P. A. L. 2002. Direito Ambiental Brasileiro. 10ª Ed. Malheiros Editores, São Paulo. 1040p.

Mackinson, S.; Sumaila, U.R. & Pitcher, T.J. 1997. Bioeconomics and catchability: fish and fishers behavior during stock collapse. Fisheries Research, 31:11-17.

McGoodwin, J.R. 1990. Crisis in the world's fisheries: people, problems and policies. Stanford University Press, Stanford. viii+235p.

Merona, B. 1987. Aspectos Ecológicos da Ictiofauna no Baixo Tocantins. Acta Amazônica, 16/17 (número único):109-124.

Merona, B. 1990. Amazon Fisheries: General Characteristics Based on Two Case-Studies. Interciencia, 15(6):461-468.

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.

Petrere, M. 1992. As Comunidades Humanas Ribeirinhas da Amazônia e suas Transformações Sociais. In: IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil. São Paulo, 1992. Anais. p. 31-68.

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

Petrere, M., Agostinho, A. A.; Okada, E. K. & Júlio Jr., H. F. 2002. Review of the fisheries in the Brazilian portion of the Paraná/Pantanl basin. In: Magement and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries (I.G. Cowx, ed.). Bodman, U.K. Fishing News Books, 123-143.

Pollock, G. B. 1995. Pareto Efficiency, Simple Game Stability, and Social Structure in Finitely Repeated Games. Journal of Mathematical Sociology, 20(1):55-72.

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.

Robson, A. J. 1998. Naïve Adaptive Behavior and the Observability of Gambles. Games and Economic Behavior, 24:97-108.

Ruffino, M. L. & Isaac, V. J. 1994. The Fisheries of the Lower Amazon: Questions of Management and Development. Acta Biologica Venezuelana, 15(2):37-46.

Ruttan, L. M. 2000. Games and the CPR Toolkit. The Common Property Resource Digest, 55:1-3.

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.

Santos, G. M. dos; Jegu, M. & Merona, B. 1984. Catálogo dos Peixes Comerciais do Baixo Tocantins: projeto Tucuruí. 1ª Ed. ELETRONORTE/CNPq/INPA, Manaus. 81p.

Sawyer, D. 1997. Diagnóstico Preliminar da Situação Sócio-Econômica Atual das Ilhas de Tucuruí. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), Brasília. 5p. (Relatório).

Simonsen, M. H. 1994. Ensaios Analíticos. 2ª Ed. Editora da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. ix+426p.

Van Santen, G. 1996. International aspects of fisheries management. In: Meyer, R.M.; Zang, C.; Windsor, M.L.; McCay, B.J.; Hushak, L.J. & Muth, R.M. (Editors), Fisheries resource

utilization and policy. Proceedings of the World Fisheries Congress: Theme 2. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi. p. 26-32.

von Neumann, J. & Morgenstern, O. 1974. Theory of Games and Economic Behavior. 11ª Ed. Princeton University Press, Princeton. x+641p.

Wayne, S.J. & Rubinstein, D. 1992. Extending Game Theoretic Propositions About Slack and Scarcity in Managerial Decision Making. Human Relations, 45(5):525-536.

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.

Weil, C. 1983. Amazon Update: developments since 1970. Focus, 33(4):1-12.

Wilson, R. K. 2000. Games, Behavior and Theory. The Common Property Resource Digest, 55:3-4.

Yamane, T. 1977. Teoria dos Jogos. In: Yamane, T. (Editor), Matemática para Economistas. 3ª Ed. Editora Atlas S.A., São Paulo. Vol. II, Cap. 13:652-664.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.