



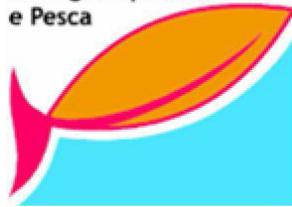
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA
MESTRADO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**SELETIVIDADE DE CAPTURA, DINÂMICA POPULACIONAL, ANÁLISE DE
ESTOQUE E SUSTENTABILIDADE DA PESCA DE *Hemiodus unimaculatus*
(BLOCH, 1794) A MONTANTE DA BARRAGEM DE TUCURUÍ, BRASIL**

JERONIMO CARVALHO MARTINS

Belém
2013

Programa de pós-graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA
MESTRADO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

JERONIMO CARVALHO MARTINS

SELETIVIDADE DE CAPTURA, DINÂMICA POPULACIONAL, ANÁLISE DE ESTOQUE E SUSTENTABILIDADE DA PESCA DE *Hemiodus unimaculatus* (BLOCH, 1794) A MONTANTE DA BARRAGEM DE TUCURUÍ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador (a): Profa. Dra. Valérie Sarpedonti
Co-Orientador: Prof. Dr. Israel H. Aniceto Cintra

Belém
2013

Programa de pós-graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA
MESTRADO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

JERONIMO CARVALHO MARTINS

**SELETIVIDADE DE CAPTURA, DINÂMICA POPULACIONAL, ANÁLISE DE
ESTOQUE E SUSTENTABILIDADE DA PESCA DE *Hemiodus unimaculatus*
(BLOCH, 1794) A MONTANTE DA BARRAGEM DE TUCURUÍ, BRASIL**

Data da aprovação: 23 de abril de 2013.

Conceito: **EXCELENTE**

Orientador (a):

Profa. Dra. Valérie Sarpedonti
Instituto de Ciências Biológicas/ICB - UFPA

Co-orientador:

Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra
Instituto Sócio-Ambiental e dos Recursos Hídricos/ISARH - UFPA

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Bianca Bentes da Silva
Instituto de Estudos Costeiros/IECOS – UFPA

Prof. Dr. Edson Marcos Leal Soares Ramos
Instituto de Ciências Exatas e Naturais/ICEN – UFPA

Prof. Dr. Helder Lima de Queiroz
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento/NCAD - UFPA

Belém
2013

Dedico aos meus pais, Solange e Manoel, e a minha irmã Karlene, por todo amor, respeito e dedicação.

**“SE VOCÊ FAZ O QUE SEMPRE FEZ, VOCÊ
OBTERÁ O QUE SEMPRE OBTIVÉ”.**

Anthony Robbins

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar força e maturidade para seguir e conquistar todos os meus sonhos.

A minha orientadora Valérie Sarpedonti pela ajuda, paciência e apoio durante todo o processo de desenvolvimento da dissertação.

Ao meu co-orientador Israel Cintra, por agir não apenas como um amigo, mas como um pai que chama a atenção se for necessário, compartilha o conhecimento adquirido, incentiva à busca dos sonhos e orienta sobre os melhores caminhos a serem tomados.

A minha eterna professora Kátia Silva que sempre incentivou o meu desenvolvimento pessoal e profissional por meio de uma convivência recheada de bom humor e ensinamentos.

A Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A. (Eletronorte), na pessoa do Dr. Anastácio Afonso Juras por gentilmente ceder os dados utilizados nesse trabalho.

Aos professores Bianca Bentes e Edson Ramos pelas inúmeras contribuições durante o processo de qualificação.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca pela oportunidade.

Aos professores do mestrado pelo conhecimento compartilhado.

A minha família que apoiou, em todos os momentos, as minhas decisões.

Aos amigos Adauto Mello, Amanda Cordovil, Bruno Cavalcante, Carlos Cardoso, Danilo Costa, Gleidison Souza, Luiz Soares, José Carlos Araújo, Michel David Pereira, Núbya Santiago, Pedro Dias, Sheila Miranda e Sílvio Lima que tornaram minha rotina muito mais leve, com brincadeiras, diversões e muito companheirismo.

A EQUIPE formada pelos colegas de mestrado Aline Gomes, Ana Carolina Fidellis, Ana Carolina Borges, Ana Paula Fernandes, Celly Cunha, Danilsen Pinheiro, Fabíola Seabra, Marcelo Costa, Marllen Palheta, Rafael Diaz e Valdimere Ferreira que transformaram o curso em uma experiência única! Muito obrigado pela amizade e companhia durante todo esse tempo de provação (hehe)!

Aos ex-colegas de trabalho do laboratório de crustáceos do CEPNOR: Aline Neves, Cléber Soares, Fernanda Henriques, Gilvana Pantoja, Juliette Pereira, Josielson Albuquerque, Kléber Paiva, Maria Vera Lúcia, Monica Monteiro, Rebeca Silva e Soraya Amaral. Os dias de trabalho sempre eram mais divertidos com a presença de vocês, mesmo depois de ter saído do laboratório.

RESUMO

Hemiodus unimaculatus (Bloch, 1794) está entre as principais espécies desembarcadas na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), contudo são poucas as informações existentes sobre a pesca e biologia da espécie na área. Logo, o trabalho se propõe a verificar as mudanças espaciais na população de *H. unimaculatus*, determinar as curvas de seletividade das redes utilizadas e calcular alguns parâmetros de sua dinâmica populacional. O local de estudo corresponde à área localizada a partir da barragem da UHE Tucuruí, compreendendo Reservatório (zona de inundação) e Montante. As coletas foram efetuadas trimestralmente nos anos de 2001, 2003, 2005, 2006 e 2007 e semestralmente nos anos de 2002 e 2004, em cinco locais no reservatório e dois na montante, utilizando bateria de redes de emalhar de 50 m de comprimento e 3 m de altura, com malhas de 40, 60, 80 e 100 mm entre nós opostos. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar as médias de comprimento total e o peso dos espécimes ao nível de significância de 5%; a variação espaço-temporal das capturas foi determinada pela análise de Cluster e pelo SIMPER; a seletividade de rede pela construção das curvas de seleção; e os aspectos populacionais (crescimento, longevidade, mortalidade, recrutamento e o rendimento por recruta) com o auxílio do programa FISAT II. Os resultados demonstraram que as fêmeas são maiores e mais pesadas que os machos. No período inicial (2001-2003) a espécie dividia a área de estudo em zona de desova e crescimento, enquanto no período final (2005-2007) não havia diferença quanto o uso do espaço. A malha de 60 mm é a mais indicada para a pesca, considerando a captura de 50% de indivíduos adultos. A proporção sexual de 1,44:1 foi favorável as fêmeas ($\chi^2_c = 28,86$; $p < 0,0001$). As relações peso total/comprimento total apresentaram correlação positiva, não diferindo entre os sexos ($t = -0,097$; $p = 0,9229$), sendo que machos e fêmeas exibiram crescimento do tipo isométrico. O fator de condição não foi diferente entre os pontos de coleta, sugerindo que a espécie utiliza toda a área de estudo como zona de alimentação. Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy foram $L_\infty = 358$ mm, $k = 0,55$ ano⁻¹ e $t_0 = -0,15$ ano. As médias de mortalidade total e natural foram de 3,04 ano⁻¹ e 0,7 ano⁻¹, respectivamente. A taxa de exploração foi estimada em 0,77 e o rendimento por recruta mostrou que a taxa de exploração do estoque de *H. unimaculatus* deve ser reduzida em 52% para manter o recrutamento e a desova. Assim, com todas as informações geradas, é possível notar que as mudanças na estrutura e dinâmica espaço-temporal de *H. unimaculatus* são um processo de adaptação contínuo e o manejo pesqueiro adequado se torna essencial para a preservação da espécie. Para atingir esse objetivo, faz-se necessário rever a legislação pesqueira atual, buscando uma otimização do tamanho de malha para a captura da espécie, diminuir a taxa de exploração e monitorar regularmente a seletividade e os parâmetros populacionais.

Palavras-chave: Mudanças espaço-temporais, curvas de seletividade, dinâmica populacional.

ABSTRACT

Hemiodus unimaculatus (Bloch, 1794) is one of the main species landed into the area of influence of Tucuruí Hydroelectric plant; however there is little information available about the fishery and biology of the species in the area. Therefore, this study aims to investigate spatial changes of *H. unimaculatus*, determine selectivity curves for the fishing nets used and calculate some parameters of population dynamics. The study area was located on Tucuruí's dam, including the reservoir (flooded area) and up-river section. The samples were collected on a quarterly basis for the years 2001, 2003, 2005, 2006 and 2006, and semiannually in 2002 and 2004, in five areas located in the lake and two areas upstream, using a battery of gillnets 50 m long and 3 m high, with a stretched mesh size of 40, 60, 80, 100 mm between opposing nodes. The Kruskal-Wallis test was used to compare mean total length and weight of the specimens at a significance level of 5%, the spatio-temporal variation of the catch was determined by cluster analysis and the SIMPER; selectivity for network construction curves selection, and population aspects (growth, longevity, mortality, recruitment and yield per recruit) with the aid of the FISAT II. Results showed that females were bigger and heavier than males. During the first period (2001 – 2003) the study area was shared in spawning grounds and growth, while in the final period (2005-2007) there was no difference in the use of space. The mesh of 60 mm is the most suitable for fishing, considering the capture of 50% of adults. The sex ratio was 1.44:1 favorable to females ($\chi^2_c = 28.86$; $p < 0.0001$). Relations total weight / total length showed a positive correlation and did not differ between sexes ($t = -0.097$; $p = 0.9229$), with males and females exhibited isometric growth. The condition factor was not different between the sampling points, suggesting that the species uses the entire study area as a feeding zone. The von Bertalanffy growth parameters were $L_\infty = 358$ mm, $k = 0.55$ yr⁻¹ and $t_0 = -0.15$ year. The average total mortality and natural were 3.04 yr⁻¹ and 0.7 yr⁻¹, respectively. The exploitation rate was estimated at 0.77 and the yield per recruit showed that the rate of exploitation of the *H. unimaculatus* stock should be reduced by 52% to maintain the recruitment and spawning. So with all the information generated, it can be seen that change in the structure and spatio-temporal dynamics of *H. unimaculatus* is a process of continuous adaptation and appropriate fisheries management becomes essential for the preservation of the species. To reach this goal, it is necessary to review the current fisheries legislation, seeking an optimal mesh size for catching the species, decrease the rate of exploitation and regularly monitor the selectivity and population parameters.

Keywords: Spatio-temporal changes, selectivity curves, population dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplar de jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794). Fonte: Arquivo Pessoal.....	21
Figura 2. Localização da área de estudo. A – estado do Pará; B – região a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, destacando-se os pontos de coleta.....	35
Figura 3. Média de comprimento total e peso da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período inicial (2001-2003) e final (2005-2007). A – região de montante; B – região do reservatório. As colunas representam o comprimento médio (mm) e as linhas o peso médio (g).	39
Figura 4. Frequência de ocorrência dos estágios de maturação da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período inicial (2001-2003) e final (2005-2007). A – região de montante; B – região do reservatório.	40
Figura 5. Cluster baseado nos dados de abundância logaritmizados e estandardizados da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada na área a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. A – Período Inicial: 2001 e 2003; B – Período Final: 2005 e 2007..	42
Figura 6. CPUAn média da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , e respectivos intervalos de confiança de 95% na área a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.	43
Figura 7. Relação $\ln(C_b/C_a)$ e L ajustada para os pares de redes utilizados na captura da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.	43
Figura 8. Curvas de seletividade (S_L) dos diferentes tamanhos de malhas (40, 60 e 80 mm entre nós opostos) utilizados na captura da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.....	44
Figura 9. Área de estudo com localização geográfica dos pontos de coleta. No quadro menor temos o estado do Pará onde se localiza a região a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, em destaque no quadro maior.....	73
Figura 10. Relação entre o comprimento total (L_t) e o peso total (W_t) para machos (A), fêmeas (B) e sexos agrupados (C) de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturados a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.....	74
Figura 11. Fator de condição médio e seus respectivos intervalos com 95% de confiança de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturados a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o	

período de 2005 a 2007. (A) por sexo; (B) por ano e (C) por ponto de coleta. Pontos pretos representam a média, pontos claros a mediana e letras (minúsculas) iguais indicam que não existe diferença estatística.	75
Figura 12. Curvas de crescimento e histogramas de frequências de comprimento reestruturados de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.....	76
Figura 13. Curva de captura convertida em comprimento de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007...	76
Figura 14. Padrão de recrutamento de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.....	77
Figura 15. Rendimento por recruta de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência e composição de captura, por tamanho de malha, da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com redes de emalhar, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.....	38
Tabela 2. Frequência e composição de captura, por tamanho de malha, da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com redes de emalhar, durante o período inicial (2001-2003) e final (2005-2007).....	39
Tabela 3. Fator de seleção (S_F), variância (s^2) e comprimento ótimo de captura (L_m) calculados para o comprimento total da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com redes de emalhar de diferentes tamanhos de malha (40, 60 e 80 mm entre nós opostos), durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.	44
Tabela 4. Amplitude de seleção das redes de emalhar utilizadas na captura da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.	45
Tabela 5. Valores de l_o (comprimento dos peixes capturados em igual número, por ambas as redes) e k (coeficiente específico da espécie) para os diferentes pares de redes de emalhar utilizadas na captura da jatuarana-escama-grossa, <i>Hemiodus unimaculatus</i> , a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007. ...	45
Tabela 6. Proporção sexual por ponto de coleta de <i>Hemiodus unimaculatus</i> , capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.....	78

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	13
1. A PESCA NA REGIÃO AMAZÔNICA	14
2. A PESCA NO PARÁ	15
3. O BAIXO RIO TOCANTINS	16
4. A PESCA NO BAIXO RIO TOCANTINS	17
5. A JATUARANA-ESCAMA-GROSSA	20
6. JUSTIFICATIVA	22
7. OBJETIVO	23
7.1. GERAL	23
7.2. ESPECÍFICOS	23
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 2: IMPACTOS DO REPRESAMENTO SOBRE A ESTRUTURA POPULACIONAL E VARIAÇÃO ESPACIAL DE <i>Hemiodus unimaculatus</i> EM UM RIO AMAZÔNICO.....	30
RESUMO	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS	38
DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	49
CAPÍTULO 3: DINÂMICA POPULACIONAL, ANÁLISE DE ESTOQUE E SUSTENTABILIDADE DA PESCA DE <i>Hemiodus unimaculatus</i> EM UMA REPRESA DA AMAZÔNIA	54
ABSTRACT.....	55
RESUMO	56
INTRODUÇÃO.....	57

MATERIAL E MÉTODOS	58
RESULTADOS	62
DISCUSSÃO.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
ANEXOS	81
ANEXO 1	82
ANEXO 2	83

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Seguidas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 2011.

1. A PESCA NA REGIÃO AMAZÔNICA

A região amazônica abriga a maior floresta tropical úmida do planeta e também o mais importante e complexo sistema de água doce do mundo, com aproximadamente 7 milhões de km² de área de drenagem, incluindo o rio Tocantins. A maior parte de sua zona de escoamento, cerca de 65%, está inserida em território brasileiro, conferindo ao Norte do Brasil um sistema fluvial bastante diversificado (CABRAL, 1998; BARROS e AMIN, 2006).

A hidrologia da bacia amazônica se configura como um imenso complexo de rios, igarapés, lagos, canais e furos nos quais abriga cerca de 20% de toda água doce da terra (SANTOS e SANTOS, 2005). Logo, com esta grande variedade de ambientes aquáticos, a bacia amazônica desponta como a mais rica em espécies de peixes, estimando-se de 1,5 a 6 mil espécies conhecidas e inúmeras desconhecidas para a ciência (SANTOS e SANTOS, 2005; BARTHEM *et al.*, 2007).

Nessa região, a pesca se desenvolveu como uma atividade basicamente extrativista, condicionada pelo nível das águas dos rios, com superprodução na época da seca e escassez durante a época de cheia (PARENTE, OLIVEIRA JÚNIOR e COSTA, 2003). Isaac e Barthem (1995) explicam que durante as enchentes, a maioria das espécies de peixes se desloca para as novas regiões de savanas e florestas alagadas, onde encontram renovadas fontes de alimento aquático ou acesso a frutos, sementes, artrópodes e outros itens de origem terrestre, assim como refúgio e proteção dos predadores. Quando o nível do rio começa a baixar, muitos lagos secam completamente ou ficam extremamente rasos e os peixes procuram se abrigar nos corpos d'água remanescentes, deslocando-se para os canais dos rios ou permanecendo nos lagos de várzea, facilitando a sua capturabilidade.

De acordo com Freitas (2003) e Freitas e Rivas (2006) existem seis modalidades de pesca na região amazônica: (1) a de subsistência, praticada por grupos familiares ou pequenas comunidades, (2) a comercial multiespecífica, (3) a comercial monoespecífica, (4) a realizada em reservatórios, (5) a esportiva que tem como espécie alvo o tucunaré e (6) a pescaria de espécies ornamentais destinadas a exportação.

Dessas modalidades, Almeida *et al.* (2006) afirmam que a pesca comercial e a de subsistência são fundamentais para a economia regional da Amazônia, pois é, sem dúvida, a principal atividade da várzea, onde a maior parte dos moradores pesca por meio período ou em tempo integral. Assim, o pescado se tornou a principal fonte de renda e de proteína na

região e o pescador comercial se tornou uma peça chave no abastecimento de pescado nos mercados urbanos.

Além dos diferentes tipos de pescaria, são encontradas duas frotas pesqueiras na bacia amazônica, a industrial e a artesanal, diferenciadas pelo grau de tecnologia aplicada e pela distância alcançada. A frota industrial faz uso apenas das redes de arrasto, direcionando a produção de pescado as indústrias de exportação. A frota artesanal é bem diversificada quanto aos petrechos de pesca (malhadeira, espinhel, etc.) e a capacidade de carga das embarcações, e sua produção atende o mercado local, nacional e internacional. As frotas pesqueiras atuam em função da sazonalidade de pescado em ambientes de água doce, estuários e regiões costeiras e oceânicas, em diferentes estações ao longo do ano, mantendo a oferta de pescado bastante regular (ISAAC e BARTHEM, 1995).

No ano de 2010, conforme os resultados apresentados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2012), a região Norte apresentou um aumento no desempenho da pesca extrativa continental de 6,3%, quando comparada com o ano de 2009. A produção continental de 138.726,4 t de pescado fez com que a região seja a maior produtora de pescado de águas interiores do Brasil, com 55,7% da produção nacional.

2. A PESCA NO PARÁ

Dentre os estados amazônicos, o Pará apresenta 562 km de litoral marinho, correspondente a 7% da costa brasileira, e 20.512 km² de águas continentais, o equivalente a 37% das águas interiores do país. Essas características, juntamente com sua conformação geográfica, fazem do Pará um dos estados amazônicos que mais se destaca no setor pesqueiro, em virtude dos vários ambientes aptos a exploração, quer seja em alto mar, na área costeira, estuarina, fluvial ou lacustre (SANTOS, 2005). Com todo este potencial, a atividade pesqueira se processa em dois segmentos: o industrial e o artesanal, responsável por 90% da produção do estado (SILVA, 2004).

Em estudos recentes, Isaac *et al.* (2011) classificam os sistemas de produção pesqueira em 3 categorias: (1) o industrial que utiliza grandes embarcações de aço, com maior autonomia e poder de pesca, onde estão inseridas a pesca de arrasto do camarão e da piramutaba e a pesca com covos da lagosta; (2) a artesanal de grande escala que possui tecnologia de pesca mais avançada, como a pesca do pargo de linha, lagosta, pescada amarela e gurijuba; e (3) a artesanal de pequena escala que realiza capturas com barcos pequenos, muitas vezes sem motor e sem aparelhos de comunicação ou auxílio a navegação.

De acordo com os dados coletados pelo MPA (2012), em 2010, o Pará foi o segundo maior produtor de pescado do Brasil, com 87.585 t de peixes oriundos da pesca extrativa marinha e 50.949 t de peixes de água interiores. No estado, a pesca artesanal se destaca em algumas localidades que possuem portos com maior capacidade de produção. Neste sentido, além do mercado de Belém, destacam-se no litoral os portos de Vigia de Nazaré e Bragança, os do Médio Amazonas, em particular Santarém, a região do Médio Xingu, com destaque para Altamira e São Félix do Xingú e, após a construção do reservatório, no rio Tocantins, a cidade de Tucuruí (ISAAC *et al.*, 2008).

3. O BAIXO RIO TOCANTINS

O rio Tocantins nasce no escudo brasileiro, nas proximidades do Distrito Federal, formando-se a partir dos rios das Almas e Maranhão, a mais de 1.000 m de altitude. Corre no sentido sul-norte por cerca de 2.500 km, até desaguar no estuário do Amazonas, na baía do Marajó, sob forte influência do oceano Atlântico. Seus principais tributários, até a confluência com o Araguaia, são de montante a jusante, os rios Bagagem, Tocantinszinho, Paranã, Manoel Alves de Natividade, do Sono, Manoel Alves Grande, Farinha e Santa Tereza. Um pouco acima da cidade de Marabá, o Tocantins se une ao Araguaia (principal afluente) e depois, já na cidade de Marabá, ocorre a confluência com o rio Itacaiunas (COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS – CMB, 1999; FERREIRA e ZUANON, 2000; SANTOS *et al.*, 2004).

A Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí) está localizada no canal principal do rio Tocantins, no Pará, distante cerca de 7,5 km a montante da cidade de Tucuruí e a 300 km em linha reta da cidade de Belém (CMB, 1999). O aproveitamento hidrelétrico da UHE Tucuruí está situado entre os paralelos 03°43'S e 05°15'S e 049°12'W e 050°00'W, no município de Tucuruí, inundando uma área de 2.430 km² (FEARNSIDE, 1999). Conforme a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A – Eletronorte (1989), a área inundada é de 2.830 km², com perímetro de 6.400 km, profundidade média de 17,5 m, podendo atingir 75 m nas proximidades da barragem.

Eletronorte (1987) afirma que na área do reservatório da UHE Tucuruí, o clima é tropical quente e úmido, com temperatura média anual situada entre 25°C e 29°C, predominando os ventos do quadrante norte, com velocidade média situada entre 14 e 17 km/h.

A área de influência da UHE Tucuruí está localizada no curso inferior do rio Tocantins, estendendo-se da cidade de Marabá, nas proximidades da confluência deste com o

rio Araguaia até a desembocadura no rio Pará. Essa área pode ser dividida em três seções: (1) Norte – área compreendida entre a foz do rio Tocantins e a cidade de Tucuruí, com relevo monótono, baixo e assentado em sedimentos terciários, apresentando solos formados de latossolos amarelos recobertos de solos aluviais; (2) Central – área do reservatório da UHE Tucuruí, entre Tucuruí e Itupiranga, com relevo pronunciado, bem delimitado, apresentando solos podzólicos vermelho-amarelos ou latossolos vermelho-amarelos particularmente na margem direita; e (3) Sul – região de Itupiranga, com planície de pequena extensão e solos compostos de aluviões (MÉRONA *et al.*, 2010).

No baixo rio Tocantins, entre as cidades de Marabá e Cametá, existia originalmente um regime hidrológico característico de rios tropicais com uma enchente rápida e de grande amplitude (MÉRONA, 1986/1987). No entanto, atualmente, o principal controlador do volume d'água no reservatório é a operação da barragem. No período de maior precipitação pluviométrica, a vazão da água no reservatório é ampliada e a cota do reservatório decrescida para suportar o grande volume de água. O processo inverso ocorre no início da seca, quando as comportas são fechadas para evitar diminuição na produção de energia (LIMA, 1998).

Antes da instalação da hidrelétrica de Tucuruí, a água do baixo rio Tocantins apresentava cor esverdeada, com transparência altamente variável, entre 200 cm e menos de 20 cm (MÉRONA *et al.*, 2010); a temperatura da água apresentava poucas variações espaço-temporais, com temperatura uniforme ao longo da coluna d'água devido a mistura pela correnteza; as águas eram bem oxigenadas, apresentando, na maioria das vezes, valores superiores a 7 mg.l^{-1} de oxigênio dissolvido; o pH era constante e ligeiramente básico (variação de 6,5 a 8,1) e a condutividade elétrica sempre inferior a $50 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ (SANTOS, 1982).

4. A PESCA NO BAIXO RIO TOCANTINS

A pesca no rio Tocantins sempre foi uma atividade muito importante para a população ribeirinha, devido principalmente a grande diversidade de espécies de peixes. Santos, Jegu e Mérona (1984) estimaram na década de 1980 a existência de 300 espécies de peixes, 126 gêneros e 34 famílias no baixo rio Tocantins, com predominância de Characiformes, Siluriformes e Ciclídeos.

Ferreira e Zuanon (2000) relatam que a atividade pesqueira sempre foi bem desenvolvida na região. Conforme os autores, entre 1980 e 1984, a produção pesqueira anual

na área entre Marabá e Mocajuba era de 1.534 t, sendo que deste total, 900 t eram oriundas da área a jusante de Tucuruí.

No entanto, grande parte da rede de drenagem do Tocantins está localizada em uma região que vem sofrendo nas últimas décadas, intenso processo de ocupação, gerando grandes alterações socioeconômicas e ambientais. Os exemplos mais notórios disso são a extração de minérios e madeira, a implantação de rodovias e ferrovias, a pecuária, a plantação de soja e a construção de hidrelétricas (SANTOS *et al.*, 2004).

Dos impactos provocados no baixo rio Tocantins, a construção da represa de Tucuruí foi a mais agressiva ao ambiente aquático. Esse reservatório, por estar situado no canal principal de drenagem do rio Tocantins, em um local onde a atividade pesqueira sempre desempenhou um papel relevante, acabou se tornando uma das obras de maior impacto sobre o meio aquático dessa região (SANTOS *et al.*, 2004), haja vista que a modificação dos ecossistemas aquáticos vai influenciar diretamente sobre as funções biológicas de cada espécie de peixe e suas relações interespecíficas (MÉRONA, 1986/1987). Santos (1995) afirma que a alteração na ictiofauna de rios represados está diretamente relacionada à extinção dos biótopos presentes na área do reservatório e a formação da represa que impede o processo migratório de alguns peixes.

Britsky (1994) afirma que as barragens não tem o poder de extinguir espécies, pois a distribuição dos peixes, geralmente, é bem maior que a das áreas inundadas. Por conseguinte, as espécies podem desaparecer da área do reservatório, todavia estarão a salvo, em locais a jusante e a montante da represa, se estes não estiverem modificados.

Além disso, as espécies amazônicas apresentam estratégias surpreendentes de adaptação (BARTHEM e FABRÉ, 2004) e a ictiofauna presente no reservatório, nada mais é do que um resultado daquela presente anteriormente no rio (FERNANDEZ e FONTES JÚNIOR, 1999). Santos e Oliveira Júnior (1999) explicam que, a redução da diversidade da ictiofauna em reservatórios é acompanhada do aumento da frequência de determinadas espécies, que normalmente passam a dominar este ambiente. As espécies pouco frequentes podem encontrar um local favorável ao seu desenvolvimento, enquanto as espécies mais abundantes não encontram nesse ambiente as condições necessárias para se manterem presentes, tornando-se, inevitavelmente, escassas (MÜLLER, 1995; FERNANDEZ e FONTES JÚNIOR, 1999).

As principais alterações no período inicial, após a formação do reservatório, estão relacionadas com o aumento na população de peixes carnívoros, devido à maior oferta alimentar (camarão e peixes menores), aumento da população de peixes que tem como base

alimentar o plâncton (mapará, *Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840) e o estabelecimento de espécies iliófagas (curimatã, *Prochilodus nigricans* Spix & Agassiz, 1829 e jaraqui, *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850)) no trecho superior da represa (CMB, 1999). Além do mais, a área do entorno do reservatório foi reocupada surgindo novos municípios e apresentando em alguns pontos, alta densidade populacional (CAMARGO, 2002).

De acordo com Agostinho, Gomes e Pelicice (2007), a pesca em regiões de reservatórios, geralmente se estabelece logo após a sua construção, adquirindo um papel social, pois envolve milhares de pessoas, desde pescadores profissionais a amadores. Foi dessa forma que em 1986 a pesca se instalou no reservatório de Tucuruí, de maneira espontânea e desordenada, dois anos após a sua construção. Esses autores registraram a presença de dois tipos de pescaria no reservatório a profissional (artesanal e comercial) e a esportiva (ocorrendo de forma esporádica). A pesca artesanal é praticada por ribeirinhos e destinada ao próprio consumo, enquanto a comercial é realizada distante dos grandes centros urbanos (cerca de 100 a 1.000 km), sendo que o pescado é conservado em gelo e comercializado na própria região.

No reservatório da UHE Tucuruí, as pescarias são realizadas por seis tipos de embarcações – (1) os casquinhos, (2) as canoas, (3) as rabetas, (4) as voadeiras, (5) os barcos com motor de centro e (6) as geleiras (JURAS, CINTRA e LUDOVINO, 2004; CINTRA *et al.*, 2009a) – utilizando os mais variados apetrechos, com predominância no uso de redes de espera e anzóis. Cintra *et al.* (2009b) citam que a pesca no reservatório da UHE Tucuruí é realizada com rede malhadeira fixa, anzol (caniço, linha-de-mão e espinhel), arpão e matapi (armadilha para capturar camarões) e no trecho das cidades de Itupiranga e Marabá, além dos petrechos citados, também são utilizadas a rede malhadeira a deriva, a rede malhadeira de bloqueio e a tarrafa.

Cintra *et al.* (2007, p. 139) afirmam que:

(...) as principais espécies capturadas na área a montante da barragem são o mapará, as pescadas *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Plagioscion auratus* (Castelnau, 1855), os tucunarés *Cichla monoculus* (Spix & Agassiz, 1831) e *Cichla* sp., a curimatã, a jatuarana-escama-grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), o acará-tinga *Geophagus proximus* (Castelnau, 1855), a branquinha *Curimata inornata* Vari, 1989 e *C. vittata* (Kner, 1858), o piau *Schizodon vittatus* (Valenciennes, 1850), *Anostomoides laticeps* (Eigenmann, 1912) e *Laemolyta petiti* Géry, 1964) e o jaraqui, onde os tucunarés, as pescadas, a curimatã e o mapará são as espécies mais desembarcadas na região.

Uma das constatações mais surpreendentes da pesca comercial foi a queda da participação relativa dos tucunarés, que entre 1988 e 2005 caiu de 69% para 16,7% do total desembarcado na região, permitindo que o mapará e a pescada-branca assumissem a liderança nos desembarques do reservatório (FERREIRA e ZUANON, 2000; CINTRA *et al.*, 2007). A diminuição na captura de tucunarés pode estar relacionada à disponibilidade de espécies forrageiras, presas naturais dos tucunarés. Essas espécies aumentaram suas populações após o enchimento do reservatório, no entanto, com o passar do tempo, o ciclo de abundância diminuiu (FERREIRA e ZUANON, 2000).

Agostinho, Gomes e Pelicice (2007) explicam que a diminuição das capturas de espécies de elevado nível trófico, geralmente de maior valor comercial, levam a crescentes participações de pescados pertencentes a níveis tróficos inferiores. Isso significa que, com a depleção dos estoques de maior interesse, houve alteração na estrutura da comunidade íctica, em termos de composição e abundância das espécies. Essa alteração pressionou a pesca a dirigir seus esforços a outras espécies pertencentes a níveis tróficos mais baixos, com menor tamanho e menor valor comercial.

Nesse grupo, podem ser inseridos os peixes da família Hemiodontidae que são altamente adaptáveis a ambientes represados, obtendo grande sucesso na colonização de reservatórios na Amazônia (SILVA, FERREIRA e DEUS, 2008), como a represa de Curuá-Una (JUNK *et al.*, 1981), o reservatório de Samuel (SANTOS, 1995) e o lago de Tucuruí (SANTOS *et al.*, 2004; CINTRA *et al.*, 2007).

5. A JATUARANA-ESCAMA-GROSSA

No reservatório de Tucuruí, a captura da jatuarana-escama-grossa ocorre com a utilização de rede malhadeira-fixa, rede de cerco com arrasto, rede de bloqueio e anzol (esporadicamente), prevalecendo o uso da malhadeira-fixa. Este apetrecho possui, geralmente, 100 m de comprimento, altura de 2,5 m, entalhamento de 60-70% e tamanho de malha variando entre 4 e 6 cm entre nós opostos (PINHEIRO *et al.*, 2011).

Segundo Santos (1995), a estabilização das comunidades ícticas em reservatórios parece ocorrer com a consolidação da população de hemiodontídeos, decorrente da decomposição de material vegetal alagado, aumento da penetração de luz e aumento do plâncton e do perizoo (principais fontes de alimento desse grupo de peixes).

Das 28 espécies pertencentes à família Hemiodontidae (LANGEANI, 2003), apenas 7 são encontradas no baixo rio Tocantins (SANTOS, JEGU e MÉRONA, 1984; SANTOS *et al.*,

2004), dentre elas a *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) (Figura 1), uma das espécies mais desembarcadas na área de influência do reservatório de Tucuruí, sendo responsável por 4,7% da produção pesqueira no ano de 2003 (CINTRA *et al.*, 2007). Esse peixe apresenta várias denominações vernaculares, entre elas charuto, jatuarana, jatuarana-escama-grossa, orana, pacu-banana, peixe-rei, ubari e voador (FERREIRA, ZUANON e SANTOS, 1998; BESERRA, ALBRECHT e CARAMASCHI, 2003; LANGEANI, 2003; SANTOS *et al.*, 2004).



Figura 1: Exemplar de jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794). Fonte: Arquivo Pessoal.

Morfologicamente, *H. unimaculatus* apresenta um corpo fusiforme, com coloração castanha na região dorsal e prateada no ventre; uma mancha escura, menor que o diâmetro do olho em cima da linha lateral, atrás do nível final da nadadeira dorsal; uma faixa escura, paralela a uma faixa amarelada, ao longo do lóbulo inferior da nadadeira caudal; escamas grandes, com as dorsais bem menores que as ventrais; 65 a 71 escamas na linha lateral; região pré-ventral achatada no meio e abaulada lateralmente; boca subterminal, com 12 a 18 dentes multicuspidados, com borda convexa; 16 séries de escamas acima e 6 a 7 séries abaixo da linha lateral; 18 séries de escamas ao redor do pedúnculo caudal; e rastros branquiais rudimentares, cerca de 60 no ramo inferior do primeiro arco branquial (SANTOS, JEGU e MÉRONA, 1984; FERREIRA, ZUANON e SANTOS, 1998; SANTOS *et al.*, 2004).

Os indivíduos pertencentes à espécie *H. unimaculatus* são encontrados no Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Peru, distribuindo-se nos rios da bacia do Amazonas, Tocantins, Capim, Suriname, Camopi e Oiapoque (LANGEANI, 2003). Preferem as águas oxigenadas do rio (JUNK *et al.*, 1981), em áreas onde prevalecem as características líticas (SILVA, FERREIRA e DEUS, 2008), principalmente no canal principal (BRANDÃO, VALENTIM e PELLEGRINI-CARAMASCHI, 2003), podendo também ser encontrados nas margens de rios e lagos (SANTOS *et al.*, 2004).

Silva, Ferreira e Deus (2008) classificam a espécie como algívora/detritívora, enquanto Beserra, Albrecht e Caramaschi (2003) a consideram iliófaga/onívora. A atividade alimentar ocorre no período diurno-crepuscular (MAQUIAVELI, 2006), tendo como itens principais os detritos e as algas (MELO *et al.*, 2007; SILVA, FERREIRA e DEUS, 2008), podendo variar a composição de acordo com o local estudado. Conforme Medeiros (2010), no reservatório da UHE de Lajeado (TO), a jatuarana-escama-grossa se alimenta de fitoplâncton, detrito/sedimento, restos vegetais e insetos aquáticos. No lago Quatro Bocas (MT), Poletto *et al.* (2004) verificaram, em ordem de importância, que a espécie consome detrito orgânico, sedimento e algas, respectivamente. Na represa Serra da Mesa (GO), Beserra, Albrecht e Caramaschi (2003) consideraram que a dieta é composta por matéria orgânica, sedimento, algas filamentosas e material vegetal.

A reprodução de *H. unimaculatus*, no rio Tocantins, ocorre de outubro a março (SANTOS, JEGU e MÉRONA, 1984; BRAGA, 1990), com desova total (BRANDÃO, VALENTIM e PELLEGRINI-CARAMASCHI, 2003) e tamanho de primeira maturação sexual de 276 mm de comprimento total (PINHEIRO, 2011).

6. JUSTIFICATIVA

Quando se trata de recursos pesqueiros economicamente importantes, o grande objetivo da investigação é estabelecer regras para sua exploração racional, por meio do conhecimento da dinâmica de populações (FONTELES FILHO, 1989, p. XIII). A gestão pesqueira necessita das informações básicas que são fornecidas pela avaliação dos estoques, levando sempre em consideração os processos de dinâmica populacional que afetam a biomassa das populações (CASTELLO, 2007).

Logo, a falta de informações sobre a pesca e a dinâmica populacional de *Hemiodus unimaculatus* na área de influência da UHE Tucuruí induziram este trabalho a buscar informações sobre a espécie e a eficiência de captura da rede malhadeira-fixa, visando um manejo adequado para permitir um alto rendimento sustentável da atividade exploratória.

7. OBJETIVO

7.1. GERAL

Estudar a seletividade de malha da rede malhadeira-fixa e a dinâmica populacional da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

7.2. ESPECÍFICOS

- Determinar a composição de captura por tamanho de malha;
- Determinar a estrutura populacional;
- Avaliar as mudanças espaço-temporais na população;
- Estabelecer as equações que relacionam a proporção de captura, por malha, em função do comprimento dos indivíduos;
- Determinar o melhor tamanho de malha para a captura sustentável da jatuarana-escama-grossa;
- Estabelecer as relações peso total/comprimento total;
- Calcular os parâmetros da curva de crescimento;
- Estimar o período de recrutamento pesqueiro;
- Calcular as taxas de mortalidade total, natural e por pesca;
- Estimar o rendimento por recruta.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. (2007). A pesca em reservatórios. In: _____. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem. cap. 5.

ALMEIDA, O.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D.; AMARAL, L. (2006). **O setor pesqueiro na economia regional**. In: ALMEIDA, O. T. de (Org.). **Manejo de pesca na Amazônia brasileira**. São Paulo: Peirópolis.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. (2006). Bacia Amazônica Brasileira: Mercadoria ou Bem Comum?. In: **VII Congreso Latino-Americano de Sociología Rural, 2006, Quito. La Cuestión Rural en América Latina: Exclusión y Resistencia Social**. Quito: FLACSO, 1: 25-45.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. (2004). Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Coord.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: Ibama/ ProVárzea, 17-62.

BARTHEM, R.; ZUANON, J.; AGOSTINHO, A. A.; DUBOC, L. F. (2007). Manifesto da Sociedade Brasileira de Ictiologia sobre a importância da conservação dos grandes bagres do rio Madeira. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**. Rio de Janeiro, 87: 3.

BESERRA, D. A.; ALBRECHT, M. P.; CARAMASCHI, E. P. (2003). Alimentação de duas espécies de *Hemiodus* a jusante da represa de Serra da Mesa, alto rio Tocantins, GO. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza, CE, 247-249. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**.

BRAGA, F. M. S. (1990). Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, estado do Maranhão e Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 50 (3): 339-46.

BRANDÃO, C. A. S.; VALENTIM, M. F. M.; PELLEGRINI-CARAMASCHI, E. (2003). Ovary maturation stages and oocyte features in three species of the neotropical fish *Hemiodus* (Müller, 1842). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 46 (3): 433-441.

BRITSKY, H. A. (1994). A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios. Caderno 1, Fundamentos. In: Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico (COMASE)/ELETROBRÁS. **Seminário sobre a fauna aquática e o setor elétrico**, Foz do Iguaçu, 23-30.

CABRAL, L. M. M. (Coordenação). (1998). **Memória da Eletricidade: Eletronorte – 25 anos**. Centro de Memória da Eletricidade no Brasil. Rio de Janeiro. 236p.

CAMARGO, S. A. F. (2002). **Pesca profissional, dilemas e conflitos no reservatório da UHE-Tucuruí, Pa**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 138p.

CASTELLO, J. P. (2007). Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é possível? **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2 (1): 47-52. Disponível em: <[http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_2\(1\)_47-52.pdf](http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_2(1)_47-52.pdf)>. Acesso em: 30 fev. 2009.

CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; ANDRADE; J. A. C.; OGAWA, M. (2007). Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, 7 (1): 135-152.

CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; SILVA, K. C. A.; TENÓRIO, G. S.; OGAWA, M. (2009b). Apetrechos de pesca utilizados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, 9 (1): 67-79.

CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; TENÓRIO, G. S.; BRABO, M. F.; OGAWA, M. (2009a). Apetrechos de pesca utilizados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, 9 (1): 81-93.

CMB. COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS. (1999). **Estudo de Caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil): relatório final da fase de escopo**. Rio de Janeiro. 80p.

ELETRONORTE. CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A. (1987). **Livro sobre o meio ambiente na Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Departamento de Estudos e Efeitos Ambientais. Brasília (sem paginação).

ELETRONORTE. CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL, S/A. (1989). **Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e a jusante – caracterização preliminar (TUC 10-26443)**. Brasília. 124p.

FERNANDEZ, D. R.; FONTES JÚNIOR, H. M. (1999). Conservação da ictiofauna e monitoração da pesca no reservatório da Itaipu binacional. In: Eletrobrás (ed.), **Resumos do XV SNPTEE**, Foz do Iguaçu: 1-4.

FEARNSIDE, P. M. (1999). Social Impacts of Brasil's Tucuruí Dam. **Environmental Management**, SpringerLink, 24 (4): 483-495.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. (2000). Ictiofauna da UHE Tucuruí, rio Tocantins. In: **Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil) – Relatório Final (Anexos)**. WCD Case Study, 106-121.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. (1998). **Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará**. Brasília: Edições IBAMA. 214p.

FONTELES FILHO, A. A. (1989). **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará. 296p.

FREITAS, C. E. C. (2003). Recursos Pesqueiros Amazônicos: status atual da exploração e perspectivas de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. In: MELO, A. F. (Org.). **O Futuro da Amazônia: Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI**. 1ª ed. Brasília: Instituto Euvaldo Lodi - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, 1: 101-130.

FREITAS, C. E. C.; RIVAS, A. A. F. (2006). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. **Ciência e Cultura**, 58 (3): 30-32.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. (1995). Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Antropologia, 11 (2): 295-339.

ISAAC, V. J.; SANTO, R. V. E.; ALMEIDA, M. C.; ROMAN, A. P. ; NUNES, J. L. (2008). Diagnóstico, tendências e perspectivas para o desenvolvimento da pesca artesanal. In: Secretaria de Pesca e Aquicultura do Estado do Pará (Org.). **Diagnóstico da Pesca e da Aquicultura do Estado do Pará**, 2: 1-156.

ISAAC, V. J.; SANTO, R. V. E.; SILVA, B. B.; MOURÃO, K. R. M.; FRÉDOU, T.; FRÉDOU, F. L. (2011). Uma avaliação interdisciplinar dos sistemas de produção pesqueira do estado do Pará, Brasil. In: HAIMOVICI, M. (Org.). **Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade**. Rio Grande: Ed. Da FURG, 11-24.

JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J.; VIEIRA, I. (1981). Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus: INPA, 11 (4): 689-716.

JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; LUDOVINO, R. M. R. (2004). A pesca na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, 4 (1): 77-88.

LANGANI, F. (2003). Hemiodontidae (Hemiodontids). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JÚNIOR, C. J. (eds.). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 96-100.

LIMA, I. B. T. (1998). **Utilização de imagens históricas TM para avaliação e monitoramento da emissão de CH₄ na UHE Tucuruí**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. 90p.

MAQUIAVELI, C. C. (2006). **Dieta e morfologia trófica de duas espécies simpátricas de peixes voadores (Hemiodus microlepis e Hemiodus unimaculatus) na região da UHE Luís Eduardo Magalhães – TO**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 81p.

MEDEIROS, E. R. (2010). **Alterações imediatas na alocação de energia por peixes hemiodontídeos após a construção de uma grande barragem**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional. 28p.

MELO, T. L.; MELO, C. E.; ARAÚJO, N. B.; DIAS, A. M.; SANTANA, A. O.; MORENO, V. A.; TEJERINA-GARRO, F. L. (2007). Caracterização alimentar da ictiofauna no baixo rio das Mortes, planície do bananal – MT. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, 1-3.

MÉRONA, B. (1986/87) Aspectos ecológicos da ictiofauna no baixo Tocantins. **Acta Amazonica**, Manaus: INPA, 16/17 (único): 109-124.

MÉRONA, B.; SANTOS, G. M.; JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A. C. (2010). **Os peixes e a pesca no baixo rio Tocantins: 20 anos depois da UHE Tucuruí**. Brasília: Eletronorte/IRD/Inpa/Ufra. 395p.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. (2012). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília. 128p.

MÜLLER, A. C. (1995). **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books. 412p.

PARENTE, V. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R. O.; COSTA, A. M. (2003). **Piscicultura: Potencialidades regionais e estudo de viabilidade econômica**. SUFRAMA, Manaus.

PINHEIRO, J. C. R. (2011). **A pesca e os aspectos reprodutivos da jatuarana escama grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1764) na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí – Pará**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém. 73p.

PINHEIRO, J. C. R.; CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; SILVA, K. C. A.; TENÓRIO, G. S.; MARTINS, J. C. (2011). Técnicas de captura da jatuarana escama grossa na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. In: XVII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2011, Belém - Pa. **Anais**.

POLETO, S. L.; OLIVEIRA, V.; MEIRA, S. A.; VÊNERE, P. C. (2004). Caracterização da dieta de *Hemiodus unimaculatus* e *Hemiodus microlepis* (Pisces, Hemiodontidae) no lago quatro bocas, Araguaiana – MT. **Anais da 56ª Reunião Anual da SBPC**, Cuiabá, 1-2.

SANTOS, A. (1982). **Limnologia do sistema Tocantins-Araguaia – Aspectos físicos e biogeoquímicos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Carlos. São Paulo. 158p.

SANTOS, G. M. (1995). Impactos da hidrelétrica Samuel sobre as comunidades de peixes do rio Jamari (Rondônia, Brasil). **Acta Amazonica**, Manaus: INPA, 25 (3/4): 247-280.

SANTOS, L. S. R. (2005). **O arranjo produtivo local da pesca no estado do Pará: identificação e mapeamento dos municípios especializados – 1998 a 2003**. Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia. Belém. 129p.

SANTOS, G. M.; JEGU, M.; MÉRONA, B. (1984). **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins: Projeto Tucuruí**. Manaus, ELETRONORTE/CNPq/INPA. 85p.

SANTOS, G. M.; MÉRONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. (2004); **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Brasília: Eletronorte. 216p.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. B. (1999). A pesca no reservatório da Hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). **Acta Amazonica**, Manaus: INPA, 29 (1): 145-163.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. (2005). Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **ESTUDOS AVANÇADOS**, 19 (54): 165-182. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v19n54/09.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

SILVA, B. B. (2004). **Diagnóstico da pesca do litoral paraense**. Dissertação de mestrado. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 134p.

SILVA, C. C.; FERREIRA, E. J. G.; DEUS, C. P. (2008). Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, 98 (4): 464-468.

**CAPÍTULO 2: IMPACTOS DO
REPRESAMENTO SOBRE A ESTRUTURA
POPULACIONAL E VARIAÇÃO ESPACIAL DE
Hemiodus unimaculatus EM UM RIO
AMAZÔNICO**

Artigo submetido para publicação no **BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA** ISSN: 1678-2305 (versão on-line). Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos na revista (Anexo 1).

34 comprimento total e peso dos espécimes ao nível de significância de 5%; a variação espaço-
35 temporal foi determinada pela análise de Cluster e pelo SIMPER; e a seletividade pela
36 construção das curvas de seleção. Os resultados demonstraram que as fêmeas são maiores e
37 mais pesadas que os machos. No período inicial (2001-2003) a espécie dividia a área de
38 estudo em zona de desova e crescimento, enquanto no período final (2005-2007) não havia
39 diferença quanto ao uso do espaço. A malha de 60 mm é a mais indicada para a pesca,
40 considerando a captura de 50% de indivíduos adultos. Recomenda-se a continuação dos
41 estudos, analisando os parâmetros físico-químicos que podem influenciar a distribuição da
42 espécie e o acompanhamento regular da seletividade para verificar a média de comprimento
43 das capturas.

44

45 **Palavras chave:** UHE Tucuruí; análise de Cluster; tamanho de malha; dimorfismo sexual

46

47 **IMPACTS OF THE DAMMING ON THE POPULATION STRUCTURE AND SPATIAL**
48 **VARIATION OF *Hemiodus unimaculatus* IN A AMAZON RIVER**

49

50 **ABSTRACT**

51 This research work aimed to investigate spatio-temporal changes in the populations of
52 jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) and to determine gillnets
53 selectivity curves. The study took place upstream Tucuruí dam and included both the
54 reservoir (flood zone) and upstream areas. The samples were collected on a quaterly basis for
55 the years 2001, 2003, 2005, 2006 and 2006, and semiannually in 2002 and 2004, in five areas
56 located in the lake and two areas upstream, using a battery of gillnets 50 m long and 3 m
57 high, with a stretched mesh size of 40, 60, 80, 100 mm between opposing nodes. The Kruskal-
58 Wallis test was used to compare mean total length and weight of the specimens at a
59 significance level of 5%, the spatio-temporal variation was determined by cluster analysis
60 and the SIMPER, and the selectivity for the construction of curves selection. The results
61 showed that females are larger and heavier than males. In the initial period (2001-2003)
62 divided the species in the study area, spawning grounds and growth, while in the final
63 period (2005-2007) there was no difference in the use of space. The mesh of 60 mm is the
64 most suitable for fishing, considering the capture of 50% of adults. It is recommended for
65 further study by analyzing the physicochemical parameters that can influence species
66 distribution and ongoing monitoring of selectivity to verify average length of catches.

67

68 **Key words:** UHE Tucuruí; cluster analysis; mesh size; sexual dimorphism

69

70 INTRODUÇÃO

71 A pesca promove a remoção seletiva de grupos de tamanhos e idades diferentes, cujo
72 efeito pode gerar modificações nas densidades populacionais, alterando os parâmetros
73 reprodutivos dos peixes e, conseqüentemente, a estrutura da população e da comunidade
74 (JOBLING, 1996). Por ser considerada um meio de produção extrativista, as características da
75 pesca irão definir sua própria sustentabilidade (SCHROEDER *et al.*, 2004). O controle dessas
76 atividades ocorre, essencialmente, por meio da administração pesqueira, cujo principal
77 objetivo consiste em garantir que a mortalidade por pesca não inviabilize a sustentabilidade
78 da população alvo (COCHRANE, 2005). Dentre as medidas de ordenamento, encontram-se
79 as regulações sobre as artes de pesca, incluindo a definição do tamanho de malha para
80 aprimorar as propriedades seletivas do apetrecho, reduzindo a captura de juvenis, para
81 proteger o recrutamento dos peixes maiores e dos reprodutores de uma população
82 (BJORDAL, 2005).

83 No entanto, a pesca baseada em estoques multiespecíficos, bastante comum em
84 reservatórios, deve ser gerenciada com cuidado para que a proteção de uma espécie não
85 venha a prejudicar as demais. Esse risco se materializa no caráter pouco seletivo das
86 pescarias com redes, que trazem impactos significativos às populações de interesse
87 secundário ou de menor tamanho, podendo levá-las ao desaparecimento local
88 (AGOSTINHO e GOMES, 2005). Assim, a longo prazo, as pescarias indiscriminadas podem
89 conduzir a uma depleção dos estoques, gerando um ambiente ecologicamente
90 desequilibrado e acompanhado por uma sucessão de extinções econômicas, forçando a pesca
91 a dirigir seus esforços a outras espécies pertencentes a níveis tróficos mais baixos, com
92 menor tamanho e menor valor comercial (AMARAL e BADOCHA, 2004; AGOSTINHO *et al.*,
93 2007).

94 Nesse grupo, podem ser inseridos os peixes da família Hemiodontidae que são
95 altamente adaptáveis a ambientes represados, obtendo grande sucesso na colonização de
96 reservatórios na Amazônia (SILVA *et al.*, 2008), como a represa de Curuá-Una (JUNK *et al.*,
97 1981), o reservatório de Samuel (SANTOS, 1995) e o lago de Tucuruí (SANTOS *et al.*, 2004;
98 CINTRA *et al.*, 2007).

99 Das 28 espécies pertencentes à família Hemiodontidae (LANGEANI, 2003), apenas 7
100 são encontradas no baixo rio Tocantins (SANTOS *et al.*, 1984; SANTOS *et al.*, 2004), dentre
101 elas a jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), uma das espécies mais
102 desembarcadas na área de influência do reservatório de Tucuruí, sendo responsável por 4,7%
103 da produção pesqueira no ano de 2003 (CINTRA *et al.*, 2007). Essa espécie se distribui pela
104 América do Sul, ocorrendo no Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Peru, em rios da
105 bacia do Amazonas, Tocantins, Capim, Suriname, Camopi e Oiapoque (LANGEANI, 2003).
106 Prefere as águas oxigenadas do rio (JUNK *et al.*, 1981), em áreas onde prevalecem as
107 características lóticicas (SILVA *et al.*, 2008), principalmente no canal principal (BRANDÃO *et*
108 *al.*, 2003), podendo também ser encontrada nas margens de rios e lagos (SANTOS *et al.*, 2004).

109 Os efeitos da represa e dos apetrechos utilizados na pesca da jatuarana-escama-grossa
110 ainda são desconhecidos para a ciência e informações desse tipo são extremamente
111 necessárias para o manejo adequado da população, com o intuito de manter uma atividade
112 exploratória sustentável. Assim, este trabalho tem por objetivo verificar as mudanças espaço-
113 temporais na estrutura da população e determinar as curvas de seletividade das redes
114 utilizadas na pesca de *H. unimaculatus*.

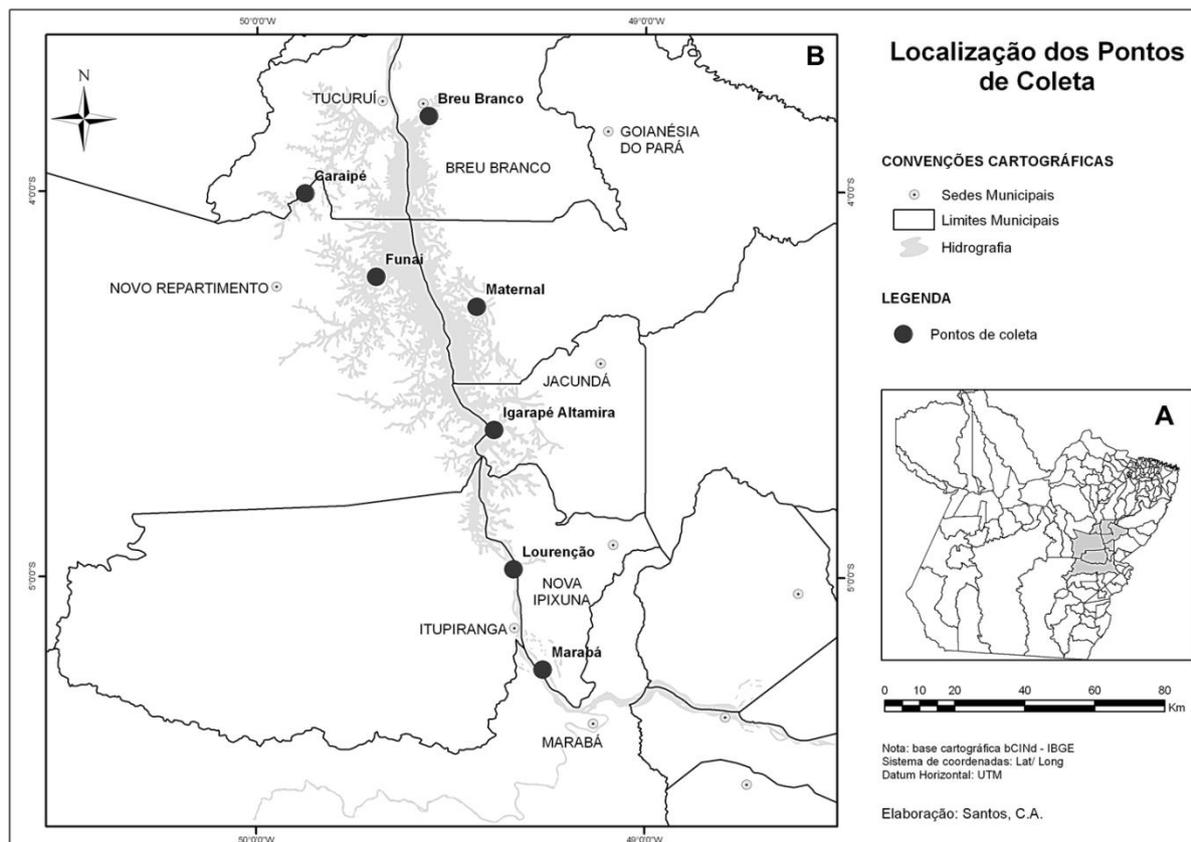
115

116 MATERIAL E MÉTODOS

117 O local de estudo corresponde à área localizada a montante da UHE Tucuruí,
118 compreendendo duas regiões, conforme CINTRA *et al.* (2007): Reservatório - zona de
119 inundação que chega até um pouco antes da cidade de Itupiranga, compreendendo os
120 municípios de Nova Ipixuna, Jacundá, Novo Repartimento, Goianésia do Pará, Breu Branco e
121 parte de Tucuruí; e Montante - região localizada no trecho acima da porção terminal do
122 reservatório, no leito normal do rio Tocantins. Nesta área podemos encontrar os municípios
123 de Marabá e Itupiranga.

124 As coletas foram realizadas pela equipe técnica do Programa de Pesca e Ictiofauna da
125 Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A - ELETRONORTE (AU N°.: 919/2010), por meio
126 de pescarias experimentais efetuadas trimestralmente nos anos de 2001, 2003, 2005, 2006 e
127 2007 e semestralmente nos anos de 2002 e 2004. A amostragem foi realizada em sete pontos
128 (Figura 2), denominados Breu Branco, Caraipé, Funai, Igarapé Altamira e Maternal, na região
129 do reservatório; e Lourenção e Marabá, na região de montante.

130



131
132 **Figura 2.** Localização da área de estudo. A – estado do Pará; B – região a montante da Usina
133 Hidrelétrica de Tucuruí, destacando-se os pontos de coleta.

134
135 O equipamento de pesca utilizado foi uma bateria de redes de emalhar de 50 m de
136 comprimento e 3 m de altura, com malhas de 40, 60, 80 e 100 mm entre nós opostos,
137 distribuídas a cada 5 m. As pescarias foram realizadas no horário noturno, com duração
138 média de 12 horas. Os peixes capturados foram abatidos por resfriamento e distribuídos em
139 sacos plásticos, devidamente etiquetados, com informações sobre o local de captura, data e
140 tamanho de malha, para posteriormente serem acondicionados em caixas isotérmicas com
141 gelo em escamas na proporção de 1:1 e transportados para análise no Laboratório de
142 Ictiologia do Centro de Proteção Ambiental da UHE Tucuruí.

143 Os exemplares capturados foram identificados de acordo com SANTOS *et al.* (1984);
144 NELSON (1994) e SANTOS *et al.* (2004), registrando-se o comprimento total, medida entre a
145 parte anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal, com o auxílio de um ictiômetro
146 graduado em milímetros (mm), e o peso total em gramas (g), utilizando-se uma balança
147 semi-analítica. Para a determinação do sexo e do estágio de maturação gonadal, fez-se uma
148 identificação macroscópica por meio da escala de VAZZOLER (1996), baseada em 4 estágios.

149 As medidas de tendência central e dispersão foram estimadas a partir das
150 informações individuais de comprimento total e peso de todos os indivíduos coletados, para
151 o estudo da composição de captura. Utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, com nível de
152 significância (α) igual a 0,05, para comparar as médias de comprimento total e peso por sexo,
153 por região de amostragem e por período de coleta - inicial (considerados apenas os anos de
154 2001 e 2003) e final (apenas os anos de 2005 e 2007).

155 Com o intuito de verificar as mudanças espaço-temporais na população de *H.*
156 *unimaculatus*, comparou-se os períodos inicial (2001-2003) e final (2005-2007) por ponto de
157 coleta. Foi utilizada a análise hierárquica de agrupamento aglomerativo (Cluster do tipo
158 ligação completa) da abundância em cada ponto de captura, levando-se em consideração as
159 variáveis sexo, estágio de maturação gonadal e classe de comprimento total, distribuída em
160 intervalos de 40 mm. Devido à baixa frequência de coletas no ponto do "Lourenção", o
161 mesmo não foi utilizado nesta análise. Os valores de ocorrência numérica sofreram
162 transformação do tipo Log (X+1), seguidos de estandardização para calcular a matriz de
163 similaridade por meio do coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, com grupos fusionados
164 pela média dos seus valores de similaridade - UPGMA (JOHNSON e WICHERN, 1992). A
165 análise de similaridade percentual (SIMPER) permitiu verificar os principais responsáveis
166 pela similaridade obtida dentro de cada grupo e pela dissimilaridade entre esses grupos.
167 Utilizou-se o pacote estatístico PRIMER 5.0 para realizar as análises (CLARKE e WARWICK,
168 1994).

169 A captura por unidade de área em número (CPUAn) foi calculada por bateria de
170 redes para cada trimestre, por período (Inicial e Final). Os resultados foram analisados
171 conforme o teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5%. A CPUAn é expressa
172 pela seguinte equação:

$$173 \quad CPUAn = \text{número de indivíduos} / [\text{área de rede (m}^2\text{)} * \text{tempo de pesca (horas)}].$$

174 No estudo da seletividade, os dados foram analisados de acordo com o método de
175 Holt (1963), citado por SPARRE e VENEMA (1997). A frequência dos indivíduos capturados
176 pelas redes de emalhar, por tamanho de malha, foi organizada em classes de comprimento
177 com intervalo de 20 mm. Não se utilizou a malha de 100 mm devido a baixa frequência de
178 indivíduos capturados.

179 Quando há n tamanhos de malha, usados todos juntos em redes de mesmo tamanho,
180 existem $n - 1$ declives, b , e ordenadas na origem, a , estimados de acordo com a equação

181 $\ln(C_b/C_a) = a + bL$, onde C_a corresponde a frequência de captura da malha menor e C_b
 182 representa a frequência de captura da malha maior.

183 Plotando-se $\ln(C_b/C_a)$ contra o comprimento do peixe (L), o diagrama da dispersão
 184 revela a existência de relação linear entre as variáveis, de modo que a equação pode ser
 185 determinada segundo o modelo linear do tipo $Y = a + bX$, com a e b estimados conforme o
 186 método dos mínimos quadrados.

187 Para se determinar as curvas de seleção por malha, foram estimados o comprimento
 188 ótimo de captura (L_m) e a variância da distribuição (s^2):

$$189 \quad L_m = S_F * m(i) \text{ e } s^2 = [1/(n - 1)] * \sum [S_F * (m_{(i+1)} - m_{(i)}) / b_{(i)}],$$

190 onde n é o número de malhas utilizadas; m é o tamanho da malha e S_F é o fator de seleção.

191 O fator de seleção pode ser determinado pela equação

$$192 \quad S_F = \sum [x_{(i)} * y_{(i)}] / \sum x_{(i)}^2,$$

193 onde $x(i) = m(i) + m(i + 1)$ e $y(i) = -2a(i) / b(i)$.

194 A curva de seleção por malha pode ser definida pelo seguinte modelo:

$$195 \quad S_L = e[-(L - L_m)^2 / 2s^2],$$

196 onde S_L representa a frequência relativa de retenção de indivíduos de comprimento L ,
 197 capturados pela malha m .

198 Admitindo-se a determinação de curvas de seleção unimodais, a determinação da
 199 amplitude de seleção (A_m), dentro da qual 95% dos indivíduos são capturáveis, foi realizada
 200 por meio da equação $A_m = L_m \pm 2s$, onde s representa o desvio padrão.

201 Para calcular o melhor tamanho de malha, utilizou-se o método de Baranov (1960),
 202 *apud* ANDREEV (1966):

$$203 \quad a = k * l,$$

204 onde a é o tamanho ótimo da malha em mm, l é o comprimento médio dos peixes a serem
 205 capturados e k é o coeficiente específico para cada espécie. O comprimento l utilizado
 206 corresponde a 276 mm de comprimento total, valor que representa o tamanho de primeira
 207 maturação sexual da jatuarana-escama-grossa determinado por PINHEIRO (2011).

208 Relacionando as capturas de duas redes de diferentes tamanhos de malhas (a_i e a_{i+1}),
 209 operando simultaneamente, determinou-se o coeficiente k pela expressão

$$210 \quad k = 2a_i * a_{(i+1)} / [l_o (a_i + a_{(i+1)})],$$

211 onde a_i é o tamanho da malha da rede i , a_{i+1} é o tamanho da malha superior a rede i e l_o é o
 212 comprimento dos peixes capturados em igual número, por ambas as redes.

213

214 **RESULTADOS**

215 Durante as coletas foram capturados um total de 1.994 exemplares de *H. unimaculatus*.
 216 A frequência e a composição de captura em comprimento, por tamanho de malha, podem ser
 217 observadas na Tabela 1.

218
 219 **Tabela 1.** Frequência e composição de captura, por tamanho de malha, da jatuarana-escama-
 220 grossa, *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com
 221 redes de emalhar, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.

MALHA (mm)	N	%	COMPRIMENTO TOTAL (mm)		
			MÍNIMO	MÉDIO ± DESVIO PADRÃO	MÁXIMO
40	1.321	66,30	112	186,3 ± 28,0	370
60	645	32,30	140	225,0 ± 23,8	350
80	25	1,20	180	236,8 ± 23,1	290
100	3	0,20	200	236,7 ± 32,2	260
TOTAL	1.994	100.00	-	-	-

222
 223 Dos espécimes capturados, 1.181 eram fêmeas e 813 machos. O comprimento total
 224 variou de 120 mm a 370 mm (média de 202,7 mm) para as fêmeas e de 112 mm a 350 mm
 225 (média de 194,8 mm) para os machos. O peso variou de 14,1 g a 349,4 g (média de 104,1 g)
 226 nas fêmeas e de 12,0 g a 283,4 g (média de 93,8 g) nos machos.

227 Não houve diferença significativa no comprimento médio ($H = 0,05$; $p = 0,822$) e no
 228 peso médio ($H = 1,38$; $p = 0,240$) dos indivíduos capturados entre as regiões. Uma diferença
 229 significativa foi encontrada entre os sexos, quando comparados os valores de comprimento
 230 total e peso. As fêmeas do Reservatório ($H = 12,40$; $p < 0,0001$) e de Montante ($H = 27,31$; $p <$
 231 $0,0001$) se apresentaram maiores que os machos desses locais. Quanto ao peso, as fêmeas
 232 foram consideradas mais pesadas que os machos, tanto no Reservatório ($H = 11,64$; $p = 0,001$)
 233 quanto a Montante ($H = 14,97$; $p < 0,0001$). Os machos do Reservatório são maiores em
 234 comprimento ($H = 8,60$; $p = 0,003$) e peso ($H = 7,96$; $p = 0,005$) que os de Montante; as fêmeas
 235 do Reservatório são maiores que as de Montante ($H = 4,48$; $p = 0,034$), mas não diferem
 236 estatisticamente quanto ao peso ($H = 0,47$; $p = 0,491$).

237 Na Tabela 2 é possível observar a composição de captura em comprimento, por
 238 tamanho de malha, quando considerados os períodos inicial e final. Nesta classificação, são
 239 ponderados 1.401 indivíduos, onde 700 foram capturados nos anos de 2001 e 2003 e 701 em
 240 2005 e 2007. Os anos de 2004 e 2006 foram desconsiderados por apresentarem apenas coletas

241 semestrais.

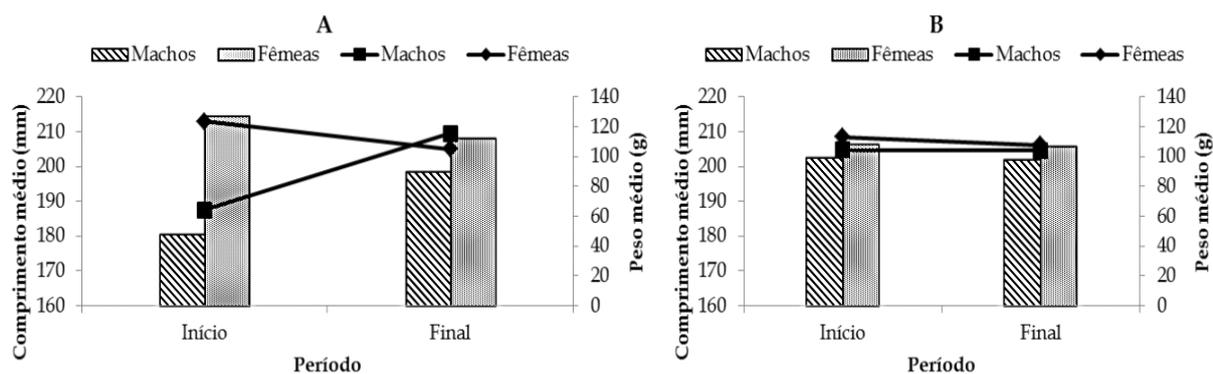
242

243 **Tabela 2.** Frequência e composição de captura, por tamanho de malha, da jatuarana-escama-
244 grossa, *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com
245 redes de emalhar, durante o período inicial (2001-2003) e final (2005-2007).

MALHA (mm)	PERÍODO					
	Inicial			Final		
	N	%	CT ± DP (mm)	N	%	CT ± DP (mm)
40	489	69,9	193,3 ± 23,1	352	50,2	185,0 ± 39,2
60	209	29,9	230,4 ± 22,0	337	48,1	223,3 ± 23,7
80	1	0,1	290,0	10	1,4	244,0 ± 19,0
100	1	0,1	200,0	2	0,3	255,0 ± 7,1
TOTAL	700	100,0	-	701	100,0	-

246

247 Na região a montante foram capturados 58 espécimes (55,2% fêmeas e 44,8% machos)
248 no período inicial e 178 indivíduos (63,5% fêmeas e 36,5% machos) no período final. No
249 reservatório, capturou-se 642 indivíduos (60,9% fêmeas e 39,1% machos) na fase inicial e 523
250 (61,8% fêmeas e 38,2% machos) na fase final. Na região de Montante, as fêmeas apresentaram
251 comprimento médio maior que o dos machos nos dois períodos (Figura 3A); quanto ao peso,
252 as fêmeas exibiram média maior apenas no período inicial, sendo superadas pelos machos no
253 período final. No Reservatório, as médias de comprimento e peso das fêmeas foram maiores
254 que a dos machos nos dois períodos (Figura 3B).



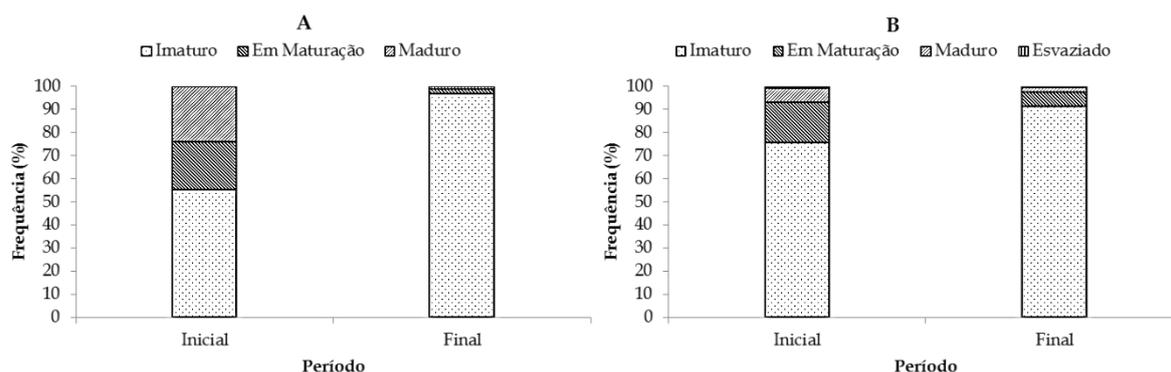
255

256 **Figura 3.** Média de comprimento total e peso da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus*
257 *unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período
258 inicial (2001-2003) e final (2005-2007). A - região de montante; B - região do reservatório. As
259 colunas representam o comprimento médio (mm) e as linhas o peso médio (g).

260

261 Os exemplares de *H. unimaculatus* capturados na região de Montante não
 262 apresentaram diferenças no comprimento médio entre os períodos inicial e final ($H = 2,72$; p
 263 $= 0,099$), diferindo apenas no peso médio ($H = 5,62$; $p = 0,018$), onde os animais obtidos em
 264 2005-2007 foram mais pesados. Não houve mudanças quanto ao comprimento ($H = 0,92$; $p =$
 265 $0,336$) e peso médio ($H = 1,31$; $p = 0,252$) das fêmeas ao longo do estudo, todavia os machos
 266 do período final foram maiores ($H = 9,79$; $p = 0,002$) e mais pesados ($H = 20,69$; $p < 0,001$) que
 267 os do período inicial. No Reservatório, os indivíduos coletados foram estatisticamente iguais
 268 em comprimento ($H = 0,11$; $p = 0,735$) e peso ($H = 2,00$; $p = 0,158$) durante os períodos
 269 analisados. As fêmeas do início foram equivalentes as do final em comprimento ($H = 0,24$; p
 270 $= 0,625$) e peso ($H = 2,48$; $p = 0,115$), assim como os machos que apresentaram comprimento
 271 ($H < 0,01$; $p = 0,96$) e peso ($H = 0,07$; $p = 0,789$) estatisticamente iguais entre os períodos.

272 Na região a Montante, a análise macroscópica das gônadas classificou 55,2% dos
 273 espécimes do período inicial em imaturos ($N = 32$) (Figura 4), 20,7% em maturação ($N = 12$) e
 274 24,1% em maduros ($N = 14$); na fase final, houve um aumento na participação de organismos
 275 imaturos, sendo estes compostos por 96,63% dos exemplares capturados ($N = 172$), e
 276 diminuição dos outros estágios. No Reservatório foram encontrados indivíduos em 4
 277 estágios de maturação. No período inicial, 75,6% eram imaturos ($N = 485$), 17,8% em
 278 maturação ($N = 114$), 6,2% maduros ($N = 40$) e 0,47% esvaziados ($N = 3$); na etapa final a
 279 participação de imaturos foi de 91,6% ($N = 479$), excedendo o valor encontrado na fase
 280 anterior.



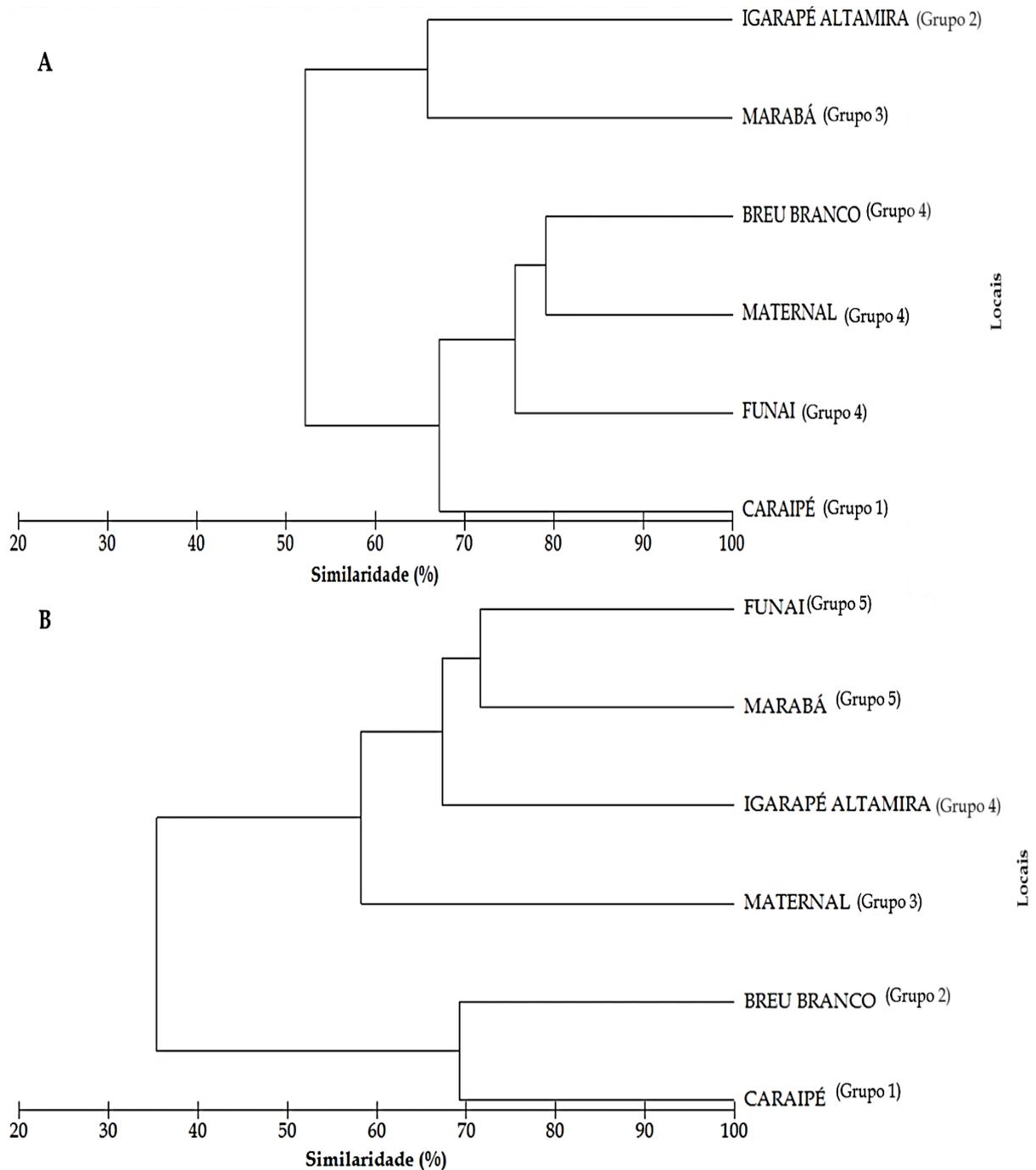
281
 282 **Figura 4.** Frequência de ocorrência dos estágios de maturação da jatuarana-escama-grossa,
 283 *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o
 284 período inicial (2001-2003) e final (2005-2007). A - região de montante; B - região do
 285 reservatório.

286

287 A análise de agrupamento aplicada aos dados de 2001-2003 separou os locais de
288 coleta em quatro grupos, considerando uma similaridade mínima de 70%. Os pontos do
289 Caraipé (grupo 1), Igarapé Altamira (grupo 2) e Marabá (grupo 3) ficaram isolados, enquanto
290 Funai, Maternal e Breu Branco (grupo 4) formaram um grupo com similaridade de 75,6%
291 (Figura 5A). O SIMPER associou a similaridade entre os três locais do grupo 4 aos machos e
292 fêmeas, ambos imaturos, com comprimentos médios de 170, 210 e 250 mm (64,1%). A
293 dissimilaridade entre os grupos 4 e 1 foi de 30,5%, devido as fêmeas esvaziadas de 210 mm
294 (11,9%) predominando no Caraipé; entre os grupos 4 e 2 a dissimilaridade foi de 27,9%, em
295 função dos machos (13,0%) imaturos com 250 mm que prevaleceram no grupo 4; a
296 dissimilaridade entre o grupo 4 e 3 foi de 37,4% relacionada aos machos maduros de 210 mm
297 (11,8%) sobressalentes em Marabá.

298 No período de 2005-2007, formaram-se cinco grupos: Caraipé (grupo 1), Breu Branco
299 (grupo 2), Maternal (grupo 3) e Igarapé Altamira (grupo 4), isoladamente, e Marabá e Funai
300 (grupo 5) com similaridade de 71,6% (Figura 5B). A associação diagnosticada pelo SIMPER
301 no grupo 5, deve-se aos machos e fêmeas imaturos com 170, 210 e 250 mm de comprimento
302 médio (83,5%) e, em menor grau, aos machos imaturos com 130 mm (8,3%). A
303 dissimilaridade entre os grupos 5 e 1, de 38,2%, ocorreu devido as fêmeas em maturação de
304 250 mm (16,9%) numerosas no Caraipé; os grupos 5 e 2 apresentaram dissimilaridade de 30%
305 em função dos machos imaturos de 170 mm (13,3%) sobressalentes no grupo 5; os grupos 5 e
306 3 expuseram dissimilaridade de 38,4%, cuja contribuição esteve relacionada devido os
307 machos imaturos de 250 mm (10,4%) predominantes no grupo 5; 32% foi a dissimilaridade
308 encontrada entre o grupo 5 e 4 relacionada as fêmeas imaturas de 130 mm (16,3%) mais
309 numerosas no Igarapé Altamira.

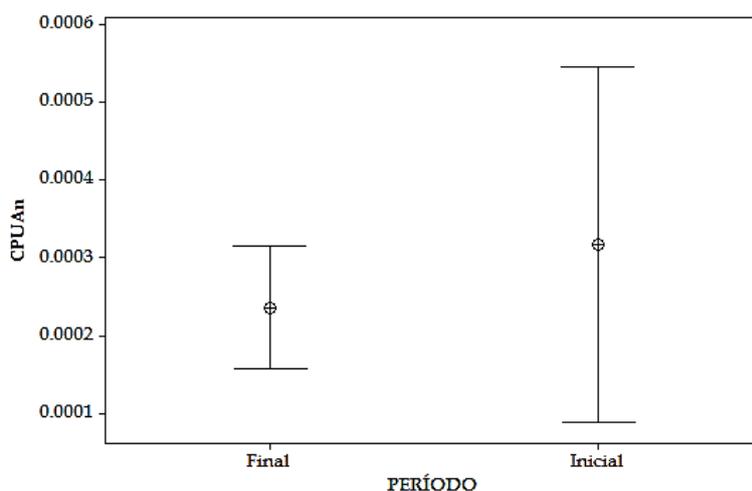
310 A captura foi estatisticamente igual nos dois períodos analisados. A Figura 6 exhibe as
311 médias e os respectivos intervalos de confiança (95%) da CPUAn de *H. unimaculatus* no
312 período final (0,0002; 0,0003) e inicial (0,0001; 0,0005). A média de CPUAn não apresentou
313 diferença significativa entre os períodos ($H = 0,28$; $p = 0,60$).



314

315 **Figura 5.** Cluster baseado nos dados de abundância logaritmizados e estandardizados da
 316 jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, capturada na área a montante da Usina
 317 Hidrelétrica de Tucuruí. A - Período Inicial: 2001 e 2003; B - Período Final: 2005 e 2007.

318

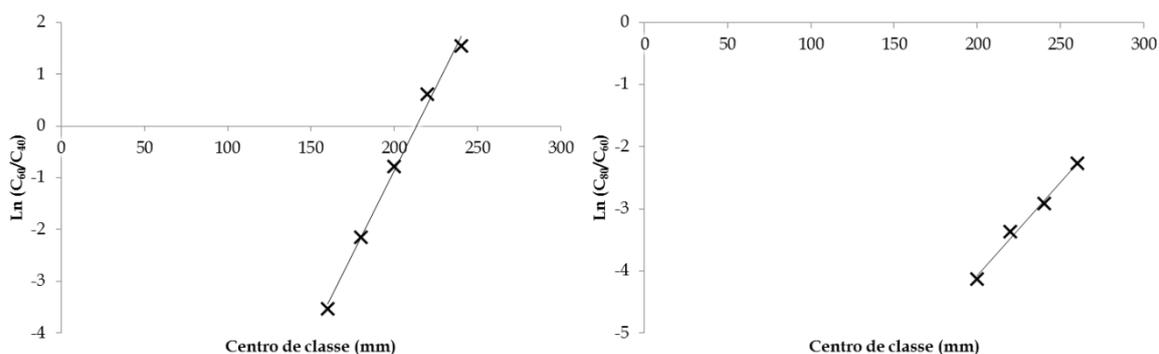


319

320 **Figura 6.** CPUAn média da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, e respectivos
 321 intervalos de confiança de 95% na área a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

322

323 A relação linear entre $\ln(C_b/C_a)$ e o centro de classe (L), para os pares de redes
 324 estudados - malhas 60/40 e 80/60 (Figura 7) - evidencia a validade do uso da expressão de
 325 seletividade. Geraram-se as seguintes regressões: $\ln(C_{60}/C_{40}) = -13,785 + 0,0646L$, com
 326 Coeficiente de correlação de Pearson (r) igual a 0,9976 e Coeficiente de determinação (r^2)
 327 igual a 0,9953; $\ln(C_{80}/C_{60}) = -10,139 + 0,0303L$, com $r = 0,9958$ e $r^2 = 0,9916$.



328

329 **Figura 7.** Relação $\ln(C_b/C_a)$ e L ajustada para os pares de redes utilizados na captura da
 330 jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, a montante da Usina Hidrelétrica de
 331 Tucuruí, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.

332

333 Confirmada a relação linear para os pares de redes estudados, estimou-se, por meio
 334 dos parâmetros das regressões, o fator de seleção, a variância da amostra e os comprimentos
 335 ótimos de captura, conforme os dados apresentados na Tabela 3. A Figura 8 representa as

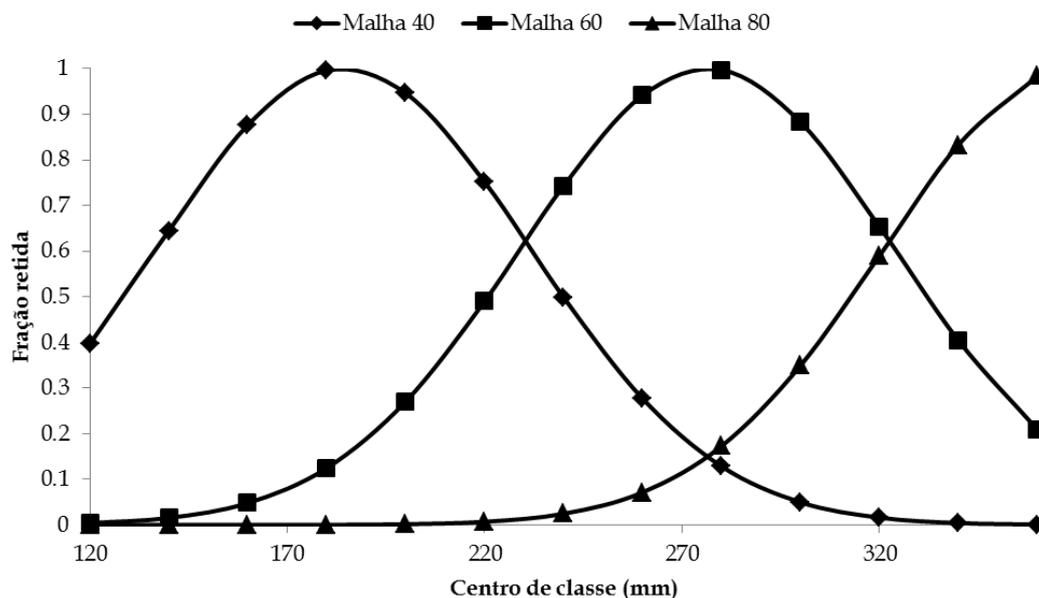
336 curvas de seletividade das malhas empregadas na captura da jatuarana-escama-grossa,
 337 definidas pelas seguintes equações: $S_{40} = e[-(L - 184,29)^2 / 4467,38]$, para a malha de 40 mm;
 338 $S_{60} = e[-(L - 276,43)^2 / 4467,38]$, para a malha de 60 mm; e $S_{80} = e[-(L - 368,57)^2 / 4467,38]$,
 339 para a malha de 80 mm.

340

341 **Tabela 3.** Fator de seleção (S_F), variância (s^2) e comprimento ótimo de captura (L_m) calculados
 342 para o comprimento total da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, capturada a
 343 montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí com redes de emalhar de diferentes tamanhos de
 344 malha (40, 60 e 80 mm entre nós opostos), durante o período de janeiro de 2001 a dezembro
 345 de 2007.

MALHA (mm)	S_F	s^2	L_m
40	4,61	2233,69	184,29
60			276,43
80			368,57

346



347

348 **Figura 8.** Curvas de seletividade (S_L) dos diferentes tamanhos de malhas (40, 60 e 80 mm
 349 entre nós opostos) utilizados na captura da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*,
 350 a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de janeiro de 2001 a
 351 dezembro de 2007.

352

353 Os comprimentos mínimos e máximos de seleção das diferentes redes de emalhar

354 podem ser observados na Tabela 4. Por meio das curvas de seletividade (Figura 7), calculou-
 355 se o l_o , representado pelo cruzamento das curvas das redes de tamanho de malha a_i e a_{i+1} . Na
 356 Tabela 5 é possível verificar os valores de k para os diferentes pares de rede, sendo seu valor
 357 médio igual a 0,2105.

358

359 **Tabela 4.** Amplitude de seleção das redes de emalhar utilizadas na captura da jatuarana-
 360 escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante
 361 o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.

MALHA (mm)	COMPRIMENTO DE SELEÇÃO (mm)		
	MÍNIMO	ÓTIMO (MÉDIO)	MÁXIMO
40	59,65	184,29	308,93
60	151,79	276,43	401,07
80	243,93	368,57	493,21

362

363 **Tabela 5.** Valores de l_o (comprimento dos peixes capturados em igual número, por ambas as
 364 redes) e k (coeficiente específico da espécie) para os diferentes pares de redes de emalhar
 365 utilizadas na captura da jatuarana-escama-grossa, *Hemiodus unimaculatus*, a montante da
 366 Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.

TAMANHO DE MALHA (mm)	l_o (mm)	k
40 - 60	230,36	0,2084
60 - 80	322,5	0,2126

367

368 DISCUSSÃO

369 A semelhança nas médias de comprimento e peso entre indivíduos de locais
 370 diferentes sugere que uma mesma população (SPARRE e VENEMA, 1997) ocupa a área a
 371 montante da UHE Tucuruí. A diferença de comprimento e peso entre fêmeas e machos
 372 confirma um dimorfismo sexual na espécie (NIKOLSKY, 1963), já registrado em outras
 373 localizações geográficas (TRINDADE, 2012). Fêmeas de comprimento e peso superiores aos
 374 dos machos representam uma estratégia evolutiva da população à maximização da
 375 representação genética dos organismos selecionados na próxima geração. Muitos estudos
 376 relatam que fêmeas maiores produzem ovos em maior quantidade e qualidade
 377 (VASILAKOPOULOS *et al.*, 2011) que dão origem a larvas mais resistentes e aptas a
 378 sobrevivência em condições ambientais inadequadas (BERKELEY *et al.*, 2004; LONGHURST,

379 2006). Tais vantagens podem aumentar a probabilidade de um recrutamento bem sucedido
380 (BERKELEY *et al.*, 2004).

381 A estrutura populacional de *H. unimaculatus* apresentou mudanças ao longo desses
382 sete anos de estudo: aumento do tamanho da população, mudanças na proporção de jovens e
383 adultos e alterações na distribuição espacial.

384 A espécie se adaptou muito bem as mudanças ocorridas com a formação do
385 reservatório, pois os espécimes coletados apresentaram um comprimento máximo superior
386 aos relatados pela literatura em anos anteriores. Antes da construção da hidrelétrica de
387 Tucuruí foi verificado um comprimento máximo de 180 mm para *H. unimaculatus* (SANTOS
388 *et al.*, 1984) e vinte anos depois SANTOS *et al.* (2004) encontraram indivíduos com 300 mm de
389 comprimento total. O máximo de 370 mm encontrado neste trabalho indica a consolidação
390 da população, atribuída, principalmente, a decomposição de material vegetal alagado, ao
391 aumento da penetração de luz e ao aumento do plâncton e do perizoo (principais fontes de
392 alimento desse grupo de peixes) (SANTOS, 1995).

393 As medidas biométricas, analisadas por período, indicam que o Reservatório é um
394 ambiente que possibilita maior uniformidade entre os indivíduos, provavelmente
395 relacionada à disponibilidade de alimentos, fator que influenciaria na diferença do peso
396 corporal médio de *H. unimaculatus* verificado na região a Montante. Em ambientes naturais,
397 as oscilações sazonais alteram o ciclo de abundância dos recursos alimentares (HAHN e
398 FUGI, 2007), principalmente em ecossistemas lóticos, onde os alimentos disponíveis na
399 coluna d'água são menos abundantes (LUIZ *et al.*, 1998). Assim, após uma provável baixa de
400 recursos no período inicial na área a Montante, às variações físicas, químicas e biológicas do
401 ambiente proporcionaram maior disponibilidade de alimentos, o que acarretou em um peso
402 médio superior para o período final.

403 A população estava mais bem estruturada, quanto a sua composição, no período
404 inicial, com a presença de indivíduos jovens e adultos, sendo que estes últimos diminuíram
405 drasticamente sua participação no período final, tornando o estoque predominantemente
406 jovem. As modificações sobre o meio físico-químico ainda são perceptíveis na zona de
407 influência da UHE Tucuruí e a variação dos ciclos sazonais de enchente e das concentrações
408 de oxigênio dissolvido e fósforo podem ter atuado na regulação da densidade populacional
409 (MÉRONA *et al.*, 2010) que pode influenciar na taxa de maturação de jovens para adultos.
410 ESTEVES e COSTA (2012) afirmam que em ambientes com muitos jovens poucos destes se
411 tornarão adultos e quanto menos adultos, mais jovens serão produzidos. A ideia é

412 retroalimentar o aumento de jovens e diminuição de adultos até que a população se encontre
413 em equilíbrio.

414 No período inicial, a diferença mais evidente entre os pontos de coleta foi a
415 predominância de indivíduos maduros e esvaziados em Marabá e Caraipé, respectivamente.
416 Os dois pontos ficam em áreas externas ao centro do reservatório, ambientes estes que a
417 espécie possivelmente utilizava como área de desova, enquanto o centro do reservatório era
418 utilizado como área de crescimento/alimentação. Estudos científicos mencionam essa
419 característica da jatuarana: BRANDÃO *et al.* (2003) explicam que a espécie forma cardumes
420 que se movimentam em direção ao canal dos rios para desovar, enquanto MAQUIAVELI
421 (2006) verificou que no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães, no Tocantins, os
422 espécimes apresentaram atividade alimentar mais intensa na área do lago, consolidando a
423 hipótese de que o reservatório é utilizado como área de crescimento/alimentação. Portanto,
424 a plasticidade trófica dos hemiodontídeos (SILVA *et al.*, 2008) associada ao uso do espaço
425 podem ser a justificativa para o êxito alcançado por *H. unimaculatus* na área de influência da
426 UHE Tucuruí.

427 No período final, houve modificação na distribuição dos estágios mais avançados de
428 desenvolvimento, com dominância de espécimes maduros e esvaziados em Marabá, Funai,
429 Caraipé e Breu Branco, o que poderia indicar uma expansão da área de desova. Tal
430 comportamento aumentaria as chances de sobrevivência da espécie, proporcionando maior
431 possibilidade de se encontrar alimentos e abrigos.

432 Conforme a distribuição da curva de seleção, 50% dos indivíduos jovens estariam
433 protegidos com o uso de malhas iguais ou superiores a 60 mm, devido o aumento da
434 seletividade das redes de pesca. O uso de regulação da pesca baseado em tamanhos de
435 malha é comum no Brasil, inclusive no reservatório da UHE Tucuruí onde a regulação dos
436 apetrechos é feita segundo a Instrução Normativa Interministerial nº 13 de 25 de outubro de
437 2011 que determina o uso de malhadeiras com tamanho de malha igual ou superior a 50 mm
438 para redes utilizadas na captura de peixes hemiodontídeos (MMA, 2011). Tal publicação
439 necessita ser revista, pois, de acordo com os resultados obtidos, o tamanho de malha
440 permitido para a pesca captura uma proporção de indivíduos jovens superior a de adultos.

441 Vários estudos indicam que a seleção de tamanho utilizada na gestão das pescarias
442 traz inúmeros problemas para a população explorada e para o ecossistema. Dentre eles,
443 temos o truncamento da idade (GARCIA *et al.*, 2012), dificultando a reposição pelo
444 recrutamento (BERKELEY *et al.*, 2004); a maturação precoce em indivíduos com

445 comprimento menor (JØRGENSEN *et al.*, 2007) que favorecem genótipos com crescimento
446 mais lento, diminuindo a taxa de crescimento e a produtividade da população (CONOVER e
447 MUNCH, 2002; ZHOU *et al.*, 2010); a modificação da estrutura das assembleias de peixes
448 (SHIN *et al.*, 2005); a alteração da diversidade intraespecífica e variação fenotípica (ZHOU *et*
449 *al.*, 2010); e a transformação das interações da cadeia alimentar por meio de regime de
450 predação alterado ou disponibilidade de recursos (HEINO e GODØ, 2002; ROCHET *et al.*,
451 2011).

452 A ocorrência da maturação precoce decorrente da seletividade não se comprova na
453 população de *H. unimaculatus* dentro do reservatório da UHE Tucuruí, visto que desde a
454 construção da barragem houve um aumento no tamanho de primeira maturação sexual de
455 130 mm (SANTOS *et al.*, 2004) para 276 mm de comprimento total (PINHEIRO, 2011),
456 mostrando o bem-estar da espécie no ambiente represado, sem efeitos visíveis de sobrepesca.

457 O estudo da seletividade não é suficiente para se trabalhar com a gestão da pescaria,
458 pois a definição do melhor tamanho de malha é apenas um dos mecanismos que servirá de
459 base para repensar as necessidades da gestão. CONOVER e MUNCH (2002) acreditam que
460 além de um tamanho mínimo, o estabelecimento de um tamanho máximo de captura (todos
461 os peixes acima de um determinado tamanho são protegidos) pode favorecer o
462 desenvolvimento rápido de genótipos vulneráveis a seleção, a ampliação da estrutura de
463 idade, com conseqüente aumento de biomassa da população reprodutora, e a restauração
464 dos serviços ambientais prestados pelas espécies.

465 ZHOU *et al.* (2010) acrescentam ainda que uma abordagem de exploração equilibrada,
466 evitando a retirada intensiva de componentes específicos, a remoção de uma fração de
467 espécies não-alvo e a utilização de novas estratégias de pesca podem trazer benefícios para a
468 pesca sustentável, sem afetar a biodiversidade, promovendo a diversidade interespecífica e
469 intra-espécies. No caso da área de influência da UHE Tucuruí, tem-se uma pescaria
470 direcionada a jatuarana, contudo a pesca nessa região é considerada multiespecífica, pois a
471 economia pesqueira gira em torno de várias espécies, com aproveitamento, pelos pescadores,
472 da fauna acompanhante como isca, alimento ou na comercialização. Conforme os dados
473 brutos disponibilizados pela Eletronorte, observa-se que 56 espécies são registradas nos
474 desembarques, sendo que dessas, 14 são responsáveis por mais de 75% da biomassa total
475 desembarcada. CINTRA *et al.* (2007) relatam que nos desembarques são predominantes o
476 mapará, *Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840; as pescadas, *Plagioscion*
477 *squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Plagioscion auratus* (Castelnau, 1855); os tucunarés, *Cichla*

478 *monoculus* Spix & Agassiz, 1831 e *Cichla* sp.; a curimatá, *Prochilodus nigricans* Spix & Agassiz,
479 1829; a jatuarana; o acará-tinga, *Geophagus proximus* (Castelnau, 1855), as branquinhas,
480 *Curimata inornata* Vari, 1989 e *Curimata vittata* (Kner, 1858); os piaus, *Schizodon vittatus*
481 (Valenciennes, 1850), *Anostomoides laticeps* (Eigenmann, 1912) e *Laemolyta petiti* Géry, 1964; e o
482 jaraqui, *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850). A captura multiespecífica, em função da
483 própria diversidade do ecossistema, é vantajosa quando se leva em consideração que, de
484 acordo com COSTELLO *et al.* (2008), a pesca em regiões biodiversas apresentam menor
485 probabilidade de entrar em colapso.

486 Para isso, deve-se entender que a pesca pode causar evolução fenotípica (LAW, 2000),
487 sendo extremamente importante considerar informações do histórico de vida das espécies
488 (HEINO, 1998) ao pensar em gestão, pois ignorar as consequências evolutivas da colheita
489 contradiz toda a abordagem de precaução para preservação dos recursos (CONOVER e
490 MUNCH, 2002).

491

492 CONCLUSÕES

493 A estrutura populacional de *H. unimaculatus* sofreu alterações ao longo do tempo de
494 estudo. O aumento do tamanho da população, as mudanças na proporção de jovens e
495 adultos e as continuar alterações na distribuição espacial indicam que o processo de
496 adaptação da espécie ainda não está finalizado. Portanto, a continuidade dos processos
497 adaptativos podem promover mudanças na estrutura da população. As curvas de
498 seletividade sugerem a necessidade de se rever a legislação pesqueira atual, buscando uma
499 otimização do tamanho de malha para a captura da espécie. Recomenda-se a continuação
500 dos estudos, analisando os parâmetros físico-químicos que podem influenciar a distribuição
501 da espécie e o acompanhamento regular da seletividade para verificar a média de
502 comprimento das capturas.

503

504 REFERÊNCIAS

505 AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2005 O manejo da pesca em reservatórios da bacia do alto
506 rio Paraná: avaliação e perspectivas. In: NOGUEIRA M.G.; HENRY, R.; JORCIN A.
507 (Org.) *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São
508 Carlos: Rima. p.23-55.

- 509 AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007 A pesca em reservatórios. In:
510 AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em*
511 *reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem. p.155-226.
- 512 AMARAL, J.J.; BADOCHA, T.E. 2004 Os recursos pesqueiros da Amazônia. *Presença Revista*
513 *de Educação, Cultura e Meio Ambiente*, Porto Velho, 28 (8): 1-7.
- 514 ANDREEV, N.N. 1966 *Handbook of fishing gear and its rigging*. Trad. M. Bem-Yami. Jerusalém,
515 Israel Program for Scientific Translations. 454p.
- 516 BERKELEY, S.A.; HIXON, M.A.; LARSON, R.J.; LOVE, M.S. 2004 Fisheries sustainability via
517 protection of age structure and spatial distribution of fish populations. *Fisheries Management*
518 *Feature*, 29 (8): 23-32.
- 519 BJORDAL, A. 2005 Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: regulación de artes de
520 pesca. In: COCHRANE, K.L. (Ed.). *Guía del administrador pesqueiro. Medidas de*
521 *ordenación y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca, n° 424, Roma, FAO. p.19-44.*
- 522 BRANDÃO, C.A.S.; VALENTIM, M.F.M.; PELLEGRINI-CARAMASCHI, E. 2003 Ovary
523 maturation stages and oocyte features in three species of the neotropical fish *Hemiodus*
524 (Müller, 1842). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 46 (3): 433-441.
- 525 CINTRA, I.H.A.; JURAS, A.A.; ANDRADE, J.A.C.; OGAWA, M. 2007. Caracterização dos
526 desembarques pesqueiros na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do
527 Pará, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, Belém, 7: 135-152.
- 528 CLARKE, K.R.; WARWICK, R.W. 1994 *Change in marine communities: an approach to statistical*
529 *analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory. 859p.
- 530 COCHRANE, K.L. 2005 La ordenación pesquera. In: COCHRANE, K.L. (Ed.). *Guía del*
531 *administrador pesqueiro. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO Documento Técnico de*
532 *Pesca, n° 424, Roma, FAO. p.1-18.*
- 533 CONOVER, D.O.; MUNCH, S.B. 2002 Sustaining fisheries yields over evolutionary time
534 scales. *Science*, 297 (5578): 94-96.
- 535 COSTELLO, C.; GAINES, S. D.; LYNHAM, J. 2008 Can catch shares prevent fisheries
536 collapse? *Science*, 321 (5896): 1678-1681.
- 537 ESTEVES, P.V.; COSTA, M.I.S. 2012 Modelos de dinâmica populacional com estrutura de
538 estágio. *Oecologia Australis*, Rio de Janeiro, 16 (1): 23-31.
- 539 GARCIA, S.M.; KOLDING, J.; RICE, J.; ROCHET, M.J.; ZHOU, S.; ARIMOTO, T.; BEYER,
540 J.E.; BORGES, L.; BUNDY, A.; DUNN, D.; FULTON, E.A.; HALL, M.; HEINO, M.; LAW, R.;

- 541 MAKINO, M.; RIJNSDORP, A.D.; SIMARD, F.; SMITH, A.D.M. 2012 Reconsidering the
542 consequences of selective fisheries. *Science*, 335 (6072): 1045-1047.
- 543 HAHN, N.S.; FUGI, R. 2007 Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: Alterações e
544 consequências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, 11
545 (4): 469-480.
- 546 HEINO, M. 1998 Management of evolving fish stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*
547 *Sciences*, 55: 1971-1982.
- 548 HEINO, M.; GODØ, O.R. 2002 Fisheries-induced selection pressures in the context of
549 sustainable fisheries. *Bulletin of Marine Science*, 70 (2): 639-656.
- 550 JOBLING, M. 1996 *Environmental biology of fishes*. Londres: Chapman & Hall. 455p.
- 551 JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. 1992 *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall,
552 Englewoods Cliff, New Jersey. 642p.
- 553 JØRGENSEN, C.; ENBERG, K.; DUNLOP, E.S.; ARLINGHAUS, R.; BOUKAL, D.S.;
554 BRANDER, K.; ERNANDE, B.; GARDMARK, A.G.; JOHNSTON, F.; MATSUMURA, S.;
555 PARDOE, H.; RAAB, K.; SILVA, A.; VAINIKKA, A.; DIECKMANN, U.; HEINO, M.;
556 RIJNSDORP, A.D. 2007 Ecology: Managing evolving fish stocks. *Science*, 318 (5854): 1247-
557 1248.
- 558 JUNK, W.J.; ROBERTSON, B.A.; DARWICH, A.J.; VIEIRA, I. 1981 Investigações limnológicas
559 e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. *Acta*
560 *Amazonica*, Manaus: INPA, 11 (4): 689-716.
- 561 LANGEANI, F. 2003 Hemiodontidae (Hemiodontids). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.;
562 FERRARIS JÚNIOR, C.J. (eds.). *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*.
563 Porto Alegre: EDIPUCRS. p.96-100.
- 564 LAW, R. 2000 Fishing, selection, and phenotypic evolution. *ICES Journal of Marine Science*, 57:
565 659-668.
- 566 LONGHURST, A. 2006 The sustainability myth. *Fisheries Research*, 81: 107-112.
- 567 LUIZ, E.A.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; HAHN, N.S. 1998 Ecologia trófica de peixes
568 em dois riachos da bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, Curitiba, 58 (2): 273-285.
- 569 MAQUIAVELI, C.C. 2006 *Dieta e morfologia trófica de duas espécies simpátricas de peixes voadores*
570 *na região da UHE Luís Eduardo Magalhães - TO*. Rio Claro. 81p. (Dissertação de Mestrado,
571 Universidade Estadual Paulista).
- 572 MÉRONA, B.; JURAS, A.A.; SANTOS, G.M.; CINTRA, I.H.A. 2010 *Os peixes e a pesca no baixo*
573 *rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí*. 208p.

- 574 MMA. 2011 *Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13 de 25/10/2011*. Disponível
575 em: < <http://www.sepaq.pa.gov.br/?q=node/279>> Acesso em: 12 ago. 2012.
- 576 NELSON, J.S. 1994 *Fishes of the world*. Third ed. Wiley & Sons, Inc, USA. 600p.
- 577 NIKOLSKY, G.V. 1963 *The ecology of fishes*. London, Academic Press. 352p.
- 578 PINHEIRO, J.C.R. 2011 *A pesca e os aspectos reprodutivos da jatuarana escama grossa Hemiodus*
579 *unimaculatus* (Bloch, 1764) na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí – Pará. Belém.
580 73p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará).
- 581 ROCHET, M.J.; COLLIE, J.S.; JENNINGS, S.; HALL, S.J. 2011 Does selective fishing conserve
582 community biodiversity? Predictions from a length-based multispecies model. *Canadian*
583 *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68 (3): 469-486.
- 584 SANTOS, G.M. 1995 Impactos da hidrelétrica Samuel sobre as comunidades de peixes do rio
585 Jamari (Rondônia, Brasil). *Acta Amazonica*, Manaus: INPA, 25 (3/4): 247-280.
- 586 SANTOS, G.M.; JÉGU, M.; MÉRONA, B. 1984 *Catálogo de peixes comerciais do baixo rio*
587 *Tocantins*. Manaus: Eletronorte/CNPq/INPA. 79p.
- 588 SANTOS, G.M.; MERONA, B.; JURAS, A.A.; JÉGU, M. 2004 *Peixes do baixo rio Tocantins: 20*
589 *anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí*. Brasília: Eletronorte. 216p.
- 590 SCHROEDER, I.; SCHROEDER, J.T.; COSTA, R.P. 2004 Gestão de custos de produção na
591 indústria pesqueira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24.,
592 Florianópolis, 2004. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <
593 http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0302_1192.pdf> Acesso em: 22
594 jun 2012.
- 595 SHIN, Y.J.; ROCHET, M.J.; JENNINGS, S.; FIELD, J.G.; GISLASON, H. 2005 Using size-based
596 indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 384-
597 396.
- 598 SILVA, C.C.; FERREIRA, E.J.G.; DEUS, C.P. 2008. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae
599 (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã,
600 Amazonas, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 98 (4): 464-468.
- 601 SPARRE, P.; VENEMA, S.C. 1997 Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais.
602 Parte 1: Manual. *FAO Documento Técnico sobre as Pescas*, nº 306/1, Ver. 2, Roma, FAO. 404p.
- 603 TRINDADE, P.A.A. 2012 Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794)
604 (Characiformes: Hemiodontidae) no rio Araguari, na área de influência da Usina Hidrelétrica
605 Coaracy Nunes, Amapá, Brasil. Belém. 71p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal
606 do Pará).

- 607 VASILAKOPOULOS, P.; O'NEILL, F.G.; MARSHALL, C.T. 2011 Misspent youth: does
608 catching immature fish affect fisheries sustainability? *ICES Journal of Marine Science*, 68 (7):
609 1525-1534.
- 610 VAZZOLER, A.E.M. 1996 *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática*. São Paulo:
611 SBI/EDUEM. 169p.
- 612 ZHOU, S.; SMITH, A.D.M.; PUNT, A.E.; RICHARDSON, A.J.; GIBBS, M.; FULTON, E.A.;
613 PASCOE, S.; BULMAN, C.; BAYLISS, P.; SAINSBURY, K. 2010 Ecosystem-based fisheries
614 management requires a change to the selective fishing philosophy. *Proceedings of the National*
615 *Academy of Sciences of the USA*, 107 (21): 9485-9489.

**CAPÍTULO 3: DINÂMICA
POPULACIONAL, ANÁLISE DE ESTOQUE E
SUSTENTABILIDADE DA PESCA DE *Hemiodus
unimaculatus* EM UMA REPRESA DA
AMAZÔNIA**

Artigo editado para ser submetido no periódico **IHERINGIA Série Zoologia** ISSN: 0073-4721 (versão impressa). Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos na revista (Anexo 2).

Dinâmica populacional, análise de estoque e sustentabilidade da pesca de *Hemiodus unimaculatus* em uma represa da Amazônia

Jeronimo C. Martins¹, Israel H. A. Cintra², Adauto S. Mello Filho², Anastácio A. Juras³ &
Valérie Sarpedonti¹

1 Grupo de Estudos em Ecologia e Desenvolvimento do Ictioplâncton – GEDI; Universidade Federal do Pará - Instituto de Ciências Biológicas / Faculdade de Biologia. Av. Augusto Corrêa, S/N, Guamá, 66075-110, Belém, PA, Brasil. (jeronimomartins@yahoo.com.br) (valerie@ufpa.br)

2 Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Montese, 66077-530, Belém, PA, Brasil. Fone: (91) 32741237. (israel.cintra@ufra.edu.br) (adauto_mello1985@yahoo.com.br)

3 Analista de Meio Ambiente da Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A. SCN Quadra 06 Conj. A, Blocos B e C, Entrada Norte 2, Asa Norte, 70716-901, Brasília, DF, Brasil. Fone: (61) 34295151. (afonsojuras@gmail.com)

ABSTRACT

The present study aims to document aspects of population dynamics *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) in the upstream area of Tucuruí Hydroelectric Plant in the period 2005-2007. We captured 887 individuals of the species. The sex ratio was 1.44:1 favorable females ($\chi^2_c = 28.86$, $p < 0.0001$). Relations total weight / total length showed a positive correlation and did not differ between the sexes ($t = -0,097$, $p = 0.9229$), with males and females exhibited isometric growth. The condition factor was not different between the collection points. The

von Bertalanffy growth parameters were $L_{\infty} = 358$ mm, $k = 0.55$ yr⁻¹ and $t_0 = -0.15$ year. The average total mortality and natural were 3.04 yr⁻¹ and 0.7 yr⁻¹, respectively. The exploitation rate was estimated at 0.77 and the yield per recruit showed that this rate should be reduced by 52% to maintain recruitment and sustainability of the stock of *H. unimaculatus*.

KEYWORDS. Tucuruí power station, growth, mortality, cohorts, fishing resources

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo documentar aspectos da dinâmica populacional de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de 2005 a 2007. Foram capturados 887 indivíduos da espécie. A proporção sexual de 1,44:1 foi favorável as fêmeas ($\chi^2_c = 28,86$; $p < 0,0001$). As relações peso total/comprimento total apresentaram correlação positiva, não diferindo entre os sexos ($t = -0,097$; $p = 0,9229$), sendo que machos e fêmeas exibiram crescimento isométrico. O fator de condição não foi diferente entre os pontos de coleta. Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy foram $L_{\infty} = 358$ mm, $k = 0,55$ ano⁻¹ e $t_0 = -0,15$ ano. As médias de mortalidade total e natural foram de 3,04 ano⁻¹ e 0,7 ano⁻¹, respectivamente. A taxa de exploração foi estimada em 0,77 e o rendimento por recruta mostrou que essa taxa deve ser reduzida em 52% para manter o recrutamento e a sustentabilidade do estoque de *H. unimaculatus*.

PALAVRAS-CHAVE. Usina Hidrelétrica de Tucuruí, crescimento, mortalidade, coortes, recursos pesqueiros

INTRODUÇÃO

A família Hemiodontidae possui 28 espécies (LANGEANI, 2003), das quais apenas 7 são encontradas no baixo rio Tocantins (SANTOS *et al.*, 1984; SANTOS *et al.*, 2004): *Anodus orinocensis* (Steindachner, 1887); *Argonectes robertsi* Langeani, 1999; *Bivibranchia fowleri* (Steindachner, 1908); *B. notata* Vari & Goulding, 1985; *Hemiodus gracilis* Günther, 1864; *H. microlepis* Kner, 1858; e *H. unimaculatus* (Bloch, 1794). Dentro dessas, *H. unimaculatus* representa uma das principais espécies desembarcadas na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí - UHE Tucuruí, correspondendo a 4,7% da produção obtida no ano de 2003 (CINTRA *et al.*, 2007).

H. unimaculatus apresenta um corpo fusiforme, com coloração castanha na região dorsal e prateada no ventre, tendo uma mancha escura atrás do nível final da nadadeira dorsal e uma faixa escura, paralela a uma faixa amarelada, ao longo do lóbulo inferior da nadadeira caudal (SANTOS *et al.*, 1984; FERREIRA *et al.*, 1998; SANTOS *et al.*, 2004). A espécie é popularmente conhecida como charuto, jatuarana, jatuarana-escama-grossa, orana, pacu-banana, peixe-rei, ubari e voador (FERREIRA *et al.*, 1998; LANGEANI, 2003; SANTOS *et al.*, 2004), podendo ser encontrada no Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname e Peru, distribuindo-se nos rios da bacia do Amazonas, Tocantins, Capim, Suriname, Camopi e Oiapoque (LANGEANI, 2003). Privilegiam os ambientes lóticos (SILVA *et al.*, 2008), principalmente as águas dos canais principais com maior concentração em oxigênio (JUNK *et al.*, 1981; BRANDÃO *et al.*, 2003), apesar de várias ocorrências em ambientes de praias, paranás, lagos e rios de águas brancas, claras e pretas (GOULDING *et al.*, 1988).

Mesmo com uma ampla distribuição pela América do Sul, os trabalhos sobre a espécie são restritos, com abordagens sobre a alimentação (SILVA *et al.*, 2008) e alguns aspectos reprodutivos (BRAGA, 1990; BRANDÃO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2004; PONTON &

MÉRONA, 1998). Igualmente, na área de influência da UHE Tucuruí, *H. unimaculatus* nunca foi foco principal em estudos pesqueiros e a dinâmica populacional permanece desconhecida. De forma a suprir essa lacuna, um estudo foi iniciado de maneira a descrever a dinâmica da espécie, baseando-se em registros de captura no período de 2005 a 2007.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas regiões localizadas a montante da UHE Tucuruí: Reservatório - zona de inundação que chega até um pouco antes da cidade de Itupiranga, compreendendo os municípios de Nova Ipixuna, Jacundá, Novo Repartimento, Goianésia do Pará, Breu Branco e parte de Tucuruí; e Montante – região localizada no trecho acima da porção terminal do reservatório, no leito normal do rio Tocantins. Nesta área, pode-se encontrar os municípios de Marabá e Itupiranga (CINTRA *et al.*, 2007).

A equipe técnica do Programa de Pesca e Ictiofauna da Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A – ELETRONORTE (AU N°.: 919/2010) foi responsável pela coleta de dados, efetuando pescarias experimentais a cada trimestre nos anos de 2005, 2006 e 2007 em sete pontos (Fig. 9), denominados Breu Branco, Caraipé, Funai, Igarapé Altamira e Maternal, na região do reservatório; e Lourenção e Marabá, na região de montante.

O equipamento de pesca utilizado foi uma bateria de redes de emalhar de 50 m de comprimento e 3 m de altura, com malhas de 40, 60, 80 e 100 mm entre nós opostos, distribuídas a cada 5 m. As pescarias foram realizadas no horário noturno, com imersão média das redes de 12 horas. Os peixes capturados foram abatidos por resfriamento e distribuídos em sacos plásticos, devidamente etiquetados, com informações sobre o local de captura, data e tamanho de malha, para posteriormente serem acondicionados em caixas isotérmicas com

gelo em escamas na proporção de 1:1 e transportados para análise no Laboratório de Ictiologia do Centro de Proteção Ambiental da UHE Tucuruí.

Os exemplares capturados foram identificados de acordo com SANTOS *et al.* (1984); NELSON (1994) e SANTOS *et al.* (2004), registrando-se o comprimento total, medida entre a parte anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal, com o auxílio de um ictiômetro graduado em milímetros (mm), e o peso total em gramas (g), utilizando-se uma balança semi-analítica. Determinou-se o sexo por meio de identificação macroscópica das gônadas seguindo VAZZOLER (1996).

A proporção sexual foi calculada para o período total em cada ponto de coleta, analisando-se os resultados a partir do teste do Qui-quadrado de aderência corrigido pela continuidade de Yates (χ^2_c), com nível de significância de 5%. Para o estudo do crescimento relativo, calculou-se a relação peso total/comprimento total por sexo, plotando-se os valores dos pares ordenados em um sistema cartesiano, onde o peso (W_t) é a variável dependente e o comprimento (L_t) a variável independente, conforme o modelo geométrico:

$$W_t = aL_t^b,$$

onde a e b foram calculados conforme o método dos mínimos quadrados.

A existência de correlação, entre o peso total e o comprimento total, foi definida pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), admitindo-se que $r > 0$ indica uma relação direta; $r < 0$ indica uma relação inversa e $r = 0$ indica total ausência de correlação. A alometria foi determinada em função do coeficiente angular b , classificando o crescimento em alométrico positivo, isométrico ou alométrico negativo se $b > 3$, $b = 3$ ou $b < 3$, respectivamente. Além disso, os valores de a e b foram comparados por meio do teste t bilateral, com $\alpha = 0,05$, para verificar a existência de diferença estatística entre os sexos.

A partir da relação peso total/comprimento total, definiu-se o fator de condição (K), pelo método alométrico, para cada indivíduo, comparando os valores encontrados por sexo, ano e ponto de coleta por meio do teste de Kruskal-Wallis, complementado pelo teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de significância de 0,05. Calculou-se K conforme a expressão:

$$K = W_t/L_t^b,$$

onde b é o coeficiente da relação peso total/comprimento total.

O ajuste do modelo de crescimento foi obtido pelas distribuições de frequências de comprimento total de cada indivíduo capturado por trimestre, utilizando intervalos de comprimento com 20 mm, para sexos agrupados. Os valores encontrados foram ajustados para a determinação dos parâmetros de crescimento, conforme o modelo de von Bertalanffy:

$$L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}],$$

onde L_t é o comprimento na idade t (anos), L_∞ é o comprimento assintótico, k é o coeficiente de crescimento e t_0 é a idade teórica (anos) quando o comprimento é 0, estimado conforme a equação empírica de PAULY (1979):

$$\log(-t_0) = -0,392 - 0,275 \log(L_\infty) - 1,038 \log(k).$$

Os parâmetros considerados na equação de von Bertalanffy L_∞ , k , $C(0)$, $WP(0)$, $SS(3)$ e $SL(120 \text{ mm})$, foram avaliados por meio do programa FISAT II (GAYANILO JÚNIOR *et al.*, 2005), utilizando metodologia ELEFAN I que consiste na identificação de picos e ajuste de curvas de crescimento conforme os histogramas de frequência de comprimentos.

A longevidade foi estimada de acordo com TAYLOR (1960) e PAULY (1980):

$$t_{\max} \approx 3/k.$$

O cálculo da taxa de mortalidade natural (M) foi realizado por meio de dois métodos utilizando os sexos agrupados:

1- PAULY (1980):

$$\text{Log } M = 0,0066 - 2,279 * \log L_{\infty} + 0,6543 * \log k + 0,4643 * \log T,$$

onde T é a temperatura média anual ambiental em graus centígrados, correspondente a 29 °C (MÉRONA *et al.*, 2010);

2- ALVERSON & CARNEY (1975):

$$M = \frac{3k}{(e^{0,38kt_{\max}} - 1)},$$

onde t_{\max} é a idade máxima.

O cálculo da taxa de mortalidade total (Z) foi realizado com o programa FISAT II com base na curva de captura convertida em comprimento de Pauly (PAULY, 1983):

$$\text{Ln}(N / dt) = m + nt,$$

onde, N é o número de peixes, dt é a idade relativa correspondente a média do intervalo de classe considerado, t é o tempo necessário para crescer a partir do menor para o maior limite do intervalo de classe, m é o intercepto e n coeficiente angular da regressão, sendo que o valor absoluto de n corresponde a Z . Utilizou-se também o método de BEVERTON & HOLT (1956):

$$Z = k(L_{\infty} - L_{\text{médio}}) / (L_{\text{médio}} - L'),$$

onde, $L_{\text{médio}}$ e L' são estimados a partir da curva convertida em comprimento de Pauly.

A mortalidade por pesca (F) foi calculada por meio da diferença entre as médias dos valores encontrados para Z e M . A taxa de exploração (E) foi determinada pela equação

$$E = F/Z.$$

Utilizando as frequências de comprimento e os parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy, foi possível estimar o padrão de recrutamento da espécie na área de estudo. O acúmulo de frequências, retirando a mortalidade, refere-se a intensidade de recrutamento ao longo de um ano.

Supondo a seletividade em “fio de navalha” do programa FISAT II, determinou-se o rendimento por recruta por meio do modelo de BEVERTON & HOLT (1957). Foi utilizado um comprimento de primeira captura (L_c) igual a 190 mm (valor estimado a partir da análise da curva de captura convertida em comprimento de Pauly) e o valor de M correspondente a média dos valores encontrados para cada método.

RESULTADOS

Os procedimentos de amostragem capturaram 887 indivíduos de *H. unimaculatus*, com 524 fêmeas (59,1%) e 363 machos (40,9%). O menor indivíduo capturado foi um macho com 125 mm e o maior uma fêmea de 370 mm. A proporção sexual total de 1,44 fêmeas para cada macho foi significativamente diferente da proporção esperada de 1:1 ($\chi^2_c = 28,86$; $p < 0,0001$). Os pontos de coleta do Maternal ($\chi^2_c = 11,13$; $p = 0,0009$), Igarapé Altamira ($\chi^2_c = 31,36$; $p < 0,0001$) e Marabá ($\chi^2_c = 9,64$; $p = 0,0019$) se destacaram pela presença de fêmeas, não se verificando diferença estatística na proporção sexual dos demais pontos (Tab. 6).

Ao correlacionar as variáveis peso e comprimento, obteve-se as equações $W_t = 0,00001L_t^{2,9954}$ ($r = 0,92$) e $W_t = 0,00001L_t^{3,0035}$ ($r = 0,93$) para machos e fêmeas, respectivamente (Fig. 10). O coeficiente de correlação das duas equações indica que existe uma correlação direta ($p < 0,0001$), validando o uso destas para estimar o peso total de um indivíduo a partir de um determinado comprimento total. A jatuarana-escama-grossa, independente do sexo, apresenta isometria, mostrando que o peso cresce a uma taxa relativamente igual ao comprimento. Não houve diferença estatística entre os coeficientes angulares ($t = -0,097$; $p = 0,9229$) e os interceptos das regressões ($t = 0,96$; $p = 0,3408$), logo, pode-se estimar uma regressão para sexos agrupados: $W_t = 0,00001L_t^{2,997}$ ($r = 0,93$).

O fator de condição para os sexos variou de $1,71 \cdot 10^{-5}$ a $1,77 \cdot 10^{-5}$ nas fêmeas e de $6,16 \cdot 10^{-6}$ a $6,45 \cdot 10^{-6}$ nos machos, ocorrendo diferença significativa entre os sexos ($H = 618,68$; $p < 0,0001$) (Fig. 11A). O fator de condição variou significativamente entre os anos ($H = 21,7$; $p < 0,0001$), com maiores valores em 2005 e 2007 (Fig. 11B). Não se verificou diferença estatística do fator de condição entre os pontos de coleta ($H = 10,93$; $p = 0,091$) (Fig. 11C).

As classes de comprimento por trimestre de *H. unimaculatus* foram reunidas e analisadas pelo procedimento ELEFAN I, gerando curvas de crescimento sobrepostas a histogramas de frequências de comprimento (Fig. 12). Os parâmetros de crescimento obtidos foram ajustados conforme o modelo de von Bertalanffy: $L_t = 358 * [1 - e^{-0,55(t+0,15)}]$; a espécie apresentou longevidade de 5,45 anos.

A mortalidade total (Z), calculada pelos métodos de PAULY (1983) e de BEVERTON & HOLT (1957) foi de $2,37 \text{ ano}^{-1}$ (Fig. 13) e $3,71 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente, com $Z_{\text{médio}}$ igual a $3,04 \text{ ano}^{-1}$. A mortalidade natural (M) variou de $0,61 \text{ ano}^{-1}$, pelo método de PAULY (1980), a $0,78 \text{ ano}^{-1}$, segundo o modelo de ALVERSON & CARNEY (1975), com $M_{\text{médio}} = 0,7 \text{ ano}^{-1}$. Assim, a mortalidade por pesca foi calculada como $2,34 \text{ ano}^{-1}$, com taxa de exploração de 0,77.

O padrão de recrutamento pesqueiro evidenciou um pico anual, possível de ser observado na projeção das frequências de todas as classes de comprimento (Fig. 14). Os indivíduos jovens são recrutados continuamente ao longo do ano, com pico ocorrendo no mês de abril.

O rendimento e a biomassa relativa por recruta foram estimados (Fig. 15) e mostraram que o nível da taxa de exploração de *H. unimaculatus* ($E = 0,77$) foi maior ao que produz o rendimento máximo relativo por recruta ($E_{\text{max}} = 0,72$) e também ao que mantém 50% da biomassa da população reprodutora ($E_{50} = 0,37$). Objetivando garantir que pelo menos 50%

dos indivíduos possam ser recrutados e mantidos para a desova, deve-se reduzir a atual taxa de exploração em 52%.

DISCUSSÃO

A proporção sexual de 1:1 esperada normalmente para peixes (NIKOLSKI, 1969) não foi constatada para *H. unimaculatus*. Fatores como o crescimento, o comportamento (NASCIMENTO *et al.*, 2012), a taxa de natalidade (RAPOSO & GURGEL, 2001), a mortalidade (GARCIA *et al.*, 2004), a reversão sexual (GERHARDINGER *et al.*, 2006) e a pressão ambiental (WOOTTON, 1978) podem influenciar na proporção sexual. Fêmeas imaturas predominaram em três pontos de coleta (MARTINS *et al.*, 2013), possivelmente devido um comportamento de segregação dos juvenis. A predominância de fêmeas na área a montante da UHE Tucuruí pode estar refletindo as condições favoráveis do ambiente quanto a disponibilidade de alimentos. Conforme NIKOLSKI (1963), as fêmeas necessitam de melhores condições alimentares, predominando em ambientes com alta disponibilidade de alimentos, enquanto os machos se sobressaem em locais com condições mais adversas.

A relação peso total/comprimento total apresentou correlação positiva em ambos os sexos, com altos valores de r . O mesmo resultado foi observado por BENEDITO-CECÍLIO *et al.* (1997) e GIARRIZZO *et al.* (2011) com outras espécies de hemiodontídeos e dentro da faixa de valores esperados (VAZZOLER, 1996). O semelhança entre os sexos verificada pelas relações peso-comprimento também foi identificada por RÊGO *et al.* (2008). O coeficiente b é suscetível a variações em peixes de áreas diferentes, sexos ou fases de crescimento, no entanto, ele geralmente é constante para peixes em condições análogas dentro de cada um destes aspectos (BARBIERI & BARBIERI, 1983).

O fator de condição é um indicador de higidez do indivíduo (AGOSTINHO *et al.*, 1990) que reflete condições nutricionais recentes, permitindo estabelecer relações com condições ambientais e características comportamentais das espécies (VAZZOLER, 1996). Mesmo os machos apresentando maiores taxas de crescimento em peso quando comparados com as fêmeas, são elas que alcançam maiores valores de comprimento e peso na espécie e apresentam os maiores valores de fator de condição. As fêmeas geralmente exibem fator de condição superior ao dos machos, devido, principalmente, ao maior acúmulo de gordura para o desenvolvimento gonadal e o próprio peso das gônadas quando estão maduras (GOMIERO *et al.*, 2008). Verificou-se que a espécie utiliza toda a extensão da área de estudo como zona de alimentação, em virtude de uma distribuição homogênea dos recursos alimentares. Isso pode ser explicado pelo fato de *H. unimaculatus* apresentar uma grande amplitude de seu nicho alimentar (SILVA *et al.*, 2008) e se distribuir em uma grande variedade de ambientes aquáticos (GARAVELLO *et al.*, 2010).

O período reprodutivo inicia em dezembro, concordando com SANTOS *et al.* (1984) e BRAGA (1990). Os parâmetros da curva de von Bertalanffy foram diferenciados dos encontrados na literatura. ISAAC *et al.* (2012) apresentam valores de L_{∞} (263 mm) e t_{max} (3 anos) inferiores e k ($0,83 \text{ ano}^{-1}$) superior aos encontrados neste estudo. Tais diferenças podem ser justificadas pelas condições ambientais das áreas analisadas, visto que a construção da UHE Tucuruí foi o impacto mais agressivo ao ambiente aquático da região. As represas costumam causar grandes alterações nos ecossistemas e na cadeia trófica (JUNK & MELLO, 1986) promovendo alterações no crescimento quando comparado ao ambiente natural (AGOSTINHO *et al.*, 1992). Variações hidrológicas como vazão, temperatura e características físico-químicas também podem interferir nos parâmetros populacionais (BENITEZ & SÚAREZ,

2009), sendo que a disponibilidade de alimento e a densidade populacional afetam o L_{∞} , enquanto k é determinado pela genética e/ou fisiologia (BEVERTON & HOLT, 1957).

O recrutamento pesqueiro ocorre durante o ano inteiro, contudo é verificado um período onde a passagem de jovens para adultos acontece em maior frequência. Em regiões tropicais, as espécies de água doce de pequeno e médio porte apresentam esse padrão de recrutamento, com picos coincidindo com a mudança do nível da água (BENITEZ & SÚAREZ, 2009). Na área estudada, o recrutamento inicia no período de cheia (fevereiro a abril) e se estende até a vazante (maio a julho). A desova total de *H. unimaculatus* (BRANDÃO *et al.*, 2003) com reprodução ocorrendo de outubro a março (SANTOS *et al.*, 1984; BRAGA, 1990) influencia diretamente na duração do recrutamento, uma vez que este se relaciona, em parte, a longos períodos de desova, o que pode reduzir a concorrência larval e os efeitos ambientais sobre a sobrevivência de ovos e larvas (LLORET & LLEONART, 2002). Além disso, quando se verifica longos períodos de recrutamento, como é o caso da jatuarana, podem ocorrer diferenças na taxa de crescimento dos indivíduos, dependendo do mês de nascimento (LLORET & LLEONART, 2002).

A mortalidade natural foi bem menor do que a relatada por ISAAC *et al.* (2012) no eixo Solimões-Amazonas. A baixa taxa de crescimento ou comprimentos assintóticos menores expõe a espécie a elevados níveis de predação natural (FONTELES-FILHO, 2011), o que não foi verificado no estudo quando se analisa o baixo valor de mortalidade natural comparado com a mortalidade por pesca. Mesmo sabendo que a magnitude do recrutamento é mais sensível a mortalidade natural, os efeitos da mortalidade por pesca podem ser substanciais quando a produtividade diminui (ROTHSCHILD, 2000), principalmente em pescarias onde a captura de indivíduos jovens é maior que a de adultos.

No presente estudo, a taxa de exploração se mostrou maior que o adequado, bem como o tamanho de malha aplicado seleciona indivíduos menores que o L_{50} . A elevada captura de indivíduos jovens indica que a população se encontra em sobrepesca de recrutamento, informação comprovada pelas taxas de exploração sustentável inferiores (E_{max} e E_{50}) as estimativas atuais para *H. unimaculatus*. Sugere-se, então, capturar espécimes com comprimento maior que 190 mm ($L_c > 1,23$ anos) de comprimento total, aumentando o rendimento e diminuindo a taxa de exploração; e reduzir a pressão da pesca, aumentando o tamanho das redes utilizadas para proteger os peixes jovens e a parte reprodutora da população.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; BARBIERI, G.; VERANI, J. R. & HAHN, N. S. 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, PR. **Ciência e Cultura** 42(9):711-714.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. & BORGHETTI, J. R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR** 14(suplemento):89-107.
- ALVERSON, D. L. & CARNEY, M. J. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. **Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer** 36:133-143.
- BARBIERI, G.; BARBIERI, M. C. 1983. Growth and first sexual maturation size of *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) in the Lobo reservoir (state of São Paulo, Brazil) (Pisces, Gymnotidae). **Revista Hydrobiologia Tropical** 16(2):195-201.

- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A. A. & VELHO, R. C. C.-M. 1997. Length-weight relationship of fishes caught in the Itaipu Reservoir, Paraná, Brazil. **NAGA, The ICLARM Q** 20:57-61.
- BENITEZ, R. S. & SÚAREZ, Y. R. 2009. Biologia populacional de *Serrapinnus notomelas* (Eingenmann, 1915) (Characiformes, Cheirodontinae) em um riacho de primeira ordem na bacia do rio Dourados, Alto rio Paraná. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 4(3):271-278.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. **Rapports et Proces-verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer** 140:67-83.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. **Fishery Investigations. Ministry of Agriculture and Fisheries Food G. B.** (2 Sea Fish.), 19, Rome. 533p.
- BRAGA, F. M. S. 1990. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, estado do Maranhão e Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 50(3):339-46.
- BRANDÃO, C. A. S.; VALENTIM, M. F. M. & PELLEGRINI-CARAMASCHI, E. 2003. Ovary maturation stages and oocyte features in three species of the neotropical fish *Hemiodus* (Müller, 1842). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 46(3):433-441.
- CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; ANDRADE; J. A. C. & OGAWA, M. 2007. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR** 7(1):135-152.

- FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. & SANTOS, G. M. 1998. **Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará**. Brasília: Edições IBAMA. 214p.
- FONTELES-FILHO, A. A. 2011. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica e Editora. 464p.
- GARAVELLO, J. C.; GARAVELLO, J. P. & OLIVEIRA, A. K. 2010. Ichthyofauna, fish supply and fishermen activities on the mid-Tocantins River, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 70(3):575-585.
- GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P.; WINEMILLER, K. O. & RASEIRA, M. B. 2004. Reproductive cycle and spatio-temporal variation in abundance of the one-sided livebear *Jenynsia multidentata*, in Patos Lagos, Brazil. **Hydrobiologia** 515:39-48.
- GAYANILO JÚNIOR, F. C.; SPARRE, P. & PAULY, D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**. Nº 8, Revised version. Rome. 168p.
- GERHARDINGER, L. C.; MARENZI, R. C.; BERTONCINI, A. A.; MEDEIROS, R. P. & HOSTIM-SILVA, M. 2006. Local ecological knowledge on the goliath grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology** 4(4):441-450
- GIARRIZZO, T.; BASTOS, D. & ANDRADE, M. 2011. Length-weight relationships for selected fish species of Rio Trombetas Biological Reserve: a reference study for the Amazonian basin. **Journal of Applied Ichthyology** 27:1422-1424.
- GOMIERO, L. M.; VILLARES JÚNIOR, G. A. & NAOUS, F. 2008. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) introduzidos em um lago artificial no sudeste brasileiro. **Acta Scientiarum Biological Sciences** 30(2):173-178.

- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. & FERREIRA, E. G. 1988. **Rio Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and floodplain ecology as seen through fish communities.** The Hague: SPB Academic Publishing. 200p.
- ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. N.; SILVA, C. O.; RUFFINO, M. L. & SAINT-PAUL, U. 2012. Ecologia da fauna ictífica. *In*: BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. N.; GONZALES, J. C. A.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S. & OLIVEIRA JÚNIOR, J. N. Organizadores. 2012. **Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avaliação integrada.** Brasília, Ibama/PróVarzêa, p.207-249..
- JUNK, W. J. & MELLO, J. A. S. N. 1986. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados** 4(8):126-143.
- JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J. & VIEIRA, I. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. **Acta Amazonica** 11(4):689-716.
- LANGHEANI, F. 2003. Hemiodontidae (Hemiodontids). *In*: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS JÚNIOR, C. J. (eds.). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America.** Porto Alegre, EDIPUCRS. p.96-100..
- LLORET, J. & LLEONART, J. 2002. Recruitment dynamics of eight fishery species in the northwestern Mediterranean Sea. **Scientia Marina** 66(1):77-82.
- MARTINS, J. C.; CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A. & SARPEDONTI, V. 2013. **Pesca e estrutura populacional de *Hemiodus unimaculatus* a montante de uma Usina Hidrelétrica na Amazônia.** Capítulo 2 desta dissertação.
- MÉRONA, B.; JURAS, A. A.; SANTOS, G. M. & CINTRA, I. H. A. 2010. **Os peixes e a pesca no baixo rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí.** 208p.

- NASCIMENTO, W. S.; YAMAMOTO, M. E. & CHELLAPA, S. 2012. Proporção sexual e relação peso-comprimento do peixe anual *Hypsolebias antenori* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) de poças temporárias da região semiárida do Brasil. **Biota Amazônica** 2(1):37-44.
- NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the world**. Third ed. Wiley & Sons, Inc, USA. 600p.
- NIKOLSKI, G.V. 1963. **The ecology of fishes**. London, Academic Press. 352p.
- NIKOLSKI, G.V. 1969. **Theory of fish population dynamics**. Edinburgh, Oliver and Boyd.
- PAULY, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. **Berichte des Instituts für Meereskunde an der University of Kiel**. N° 63. 156p.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal Conservation CIEM** 39(3):175-192.
- PAULY, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. **FAO Fisheries Technical Paper** 234:52-52.
- PONTON, D. & MÉRONA, B. 1998. Fish life-history tactics in a neotropical river with a highly stochastic hydrological regime: the Sinnamary River, French Guiana, South America. **Polskie Archiwum Hydrobiologii** 45(2):201-224, 1998.
- RAPOSO, R. M. G. & GURGEL, H. C. B. 2001. Estrutura populacional de *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Serrasalminae), da lagoa de Extremoz, Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(1):131-135.
- RÊGO, A. C. L.; PINESE, O. P.; MAGALHÃES, P. A. & PINESE, J. F. 2008. Relação peso-comprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Characiformes) no reservatório de Nova Ponte – EPDA de Galheiro, rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Zootecias** 10(1):13-21.

- ROTHSCHILD, B. 2000. Fish stocks and recruitment: the past thirty years. **ICES Journal of Marine Science** **57**:191-201.
- SANTOS, G. M.; JEGU, M. & MÉRONA, B. 1984. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins: Projeto Tucuruí**. Manaus, ELETRONORTE/CNPq/INPA. 85p.
- SANTOS, G. M.; MÉRONA, B.; JURAS, A. A. & JÉGU, M. 2004. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Brasília: Eletronorte. 216p.
- SILVA, C. C.; FERREIRA, E. J. G. & DEUS, C. P. 2008. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia** **98**(4):464-468.
- TAYLOR, C. C. 1960. Temperature, growth, and mortality – the pacific cockle. **Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer** **26**:117-124.
- VAZZOLER, A. E. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática**. São Paulo: SBI/EDUEM. 169p.
- WOOTTON, R. J.; EVANS, G. W. & MILLS, L. A. 1978. Annual cycle in female three spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. **Journal of Fish Biology** **12**:331-343.

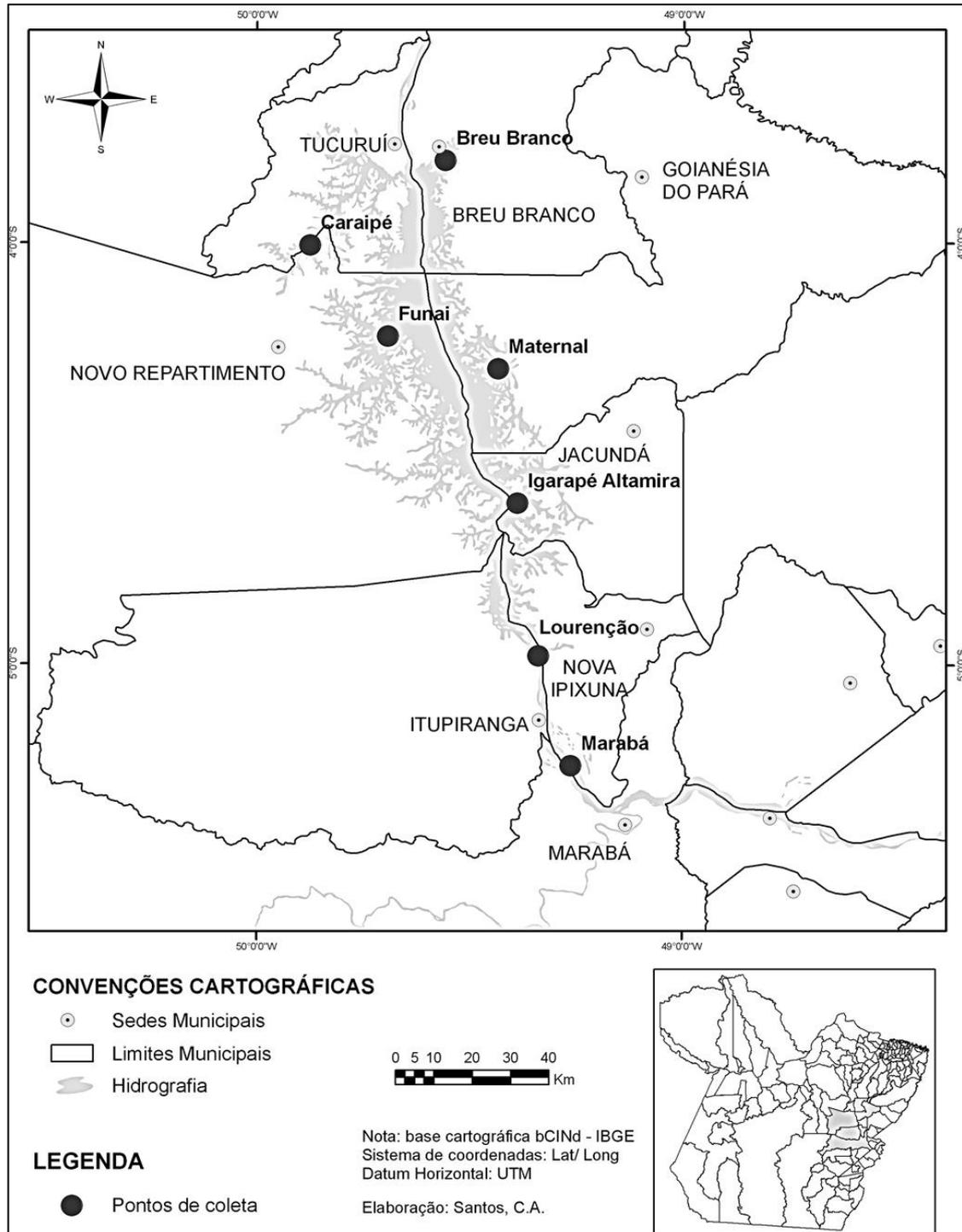


Fig. 9. Área de estudo com localização geográfica dos pontos de coleta. No quadro menor temos o estado do Pará onde se localiza a região a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, em destaque no quadro maior.

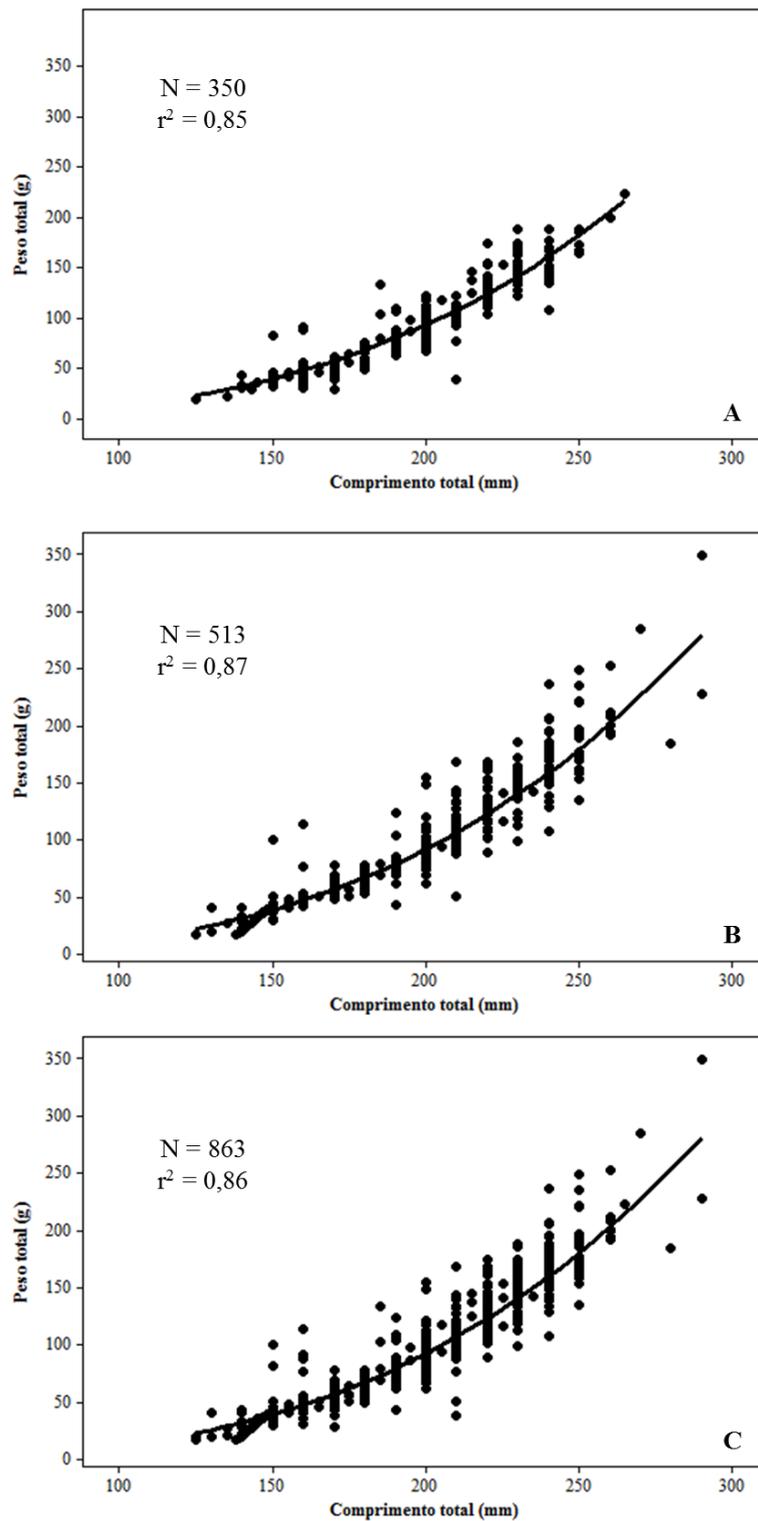


Fig. 10. Relação entre o comprimento total (L_t) e o peso total (W_t) para machos (A), fêmeas (B) e sexos agrupados (C) de *Hemiodus unimaculatus*, capturados a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

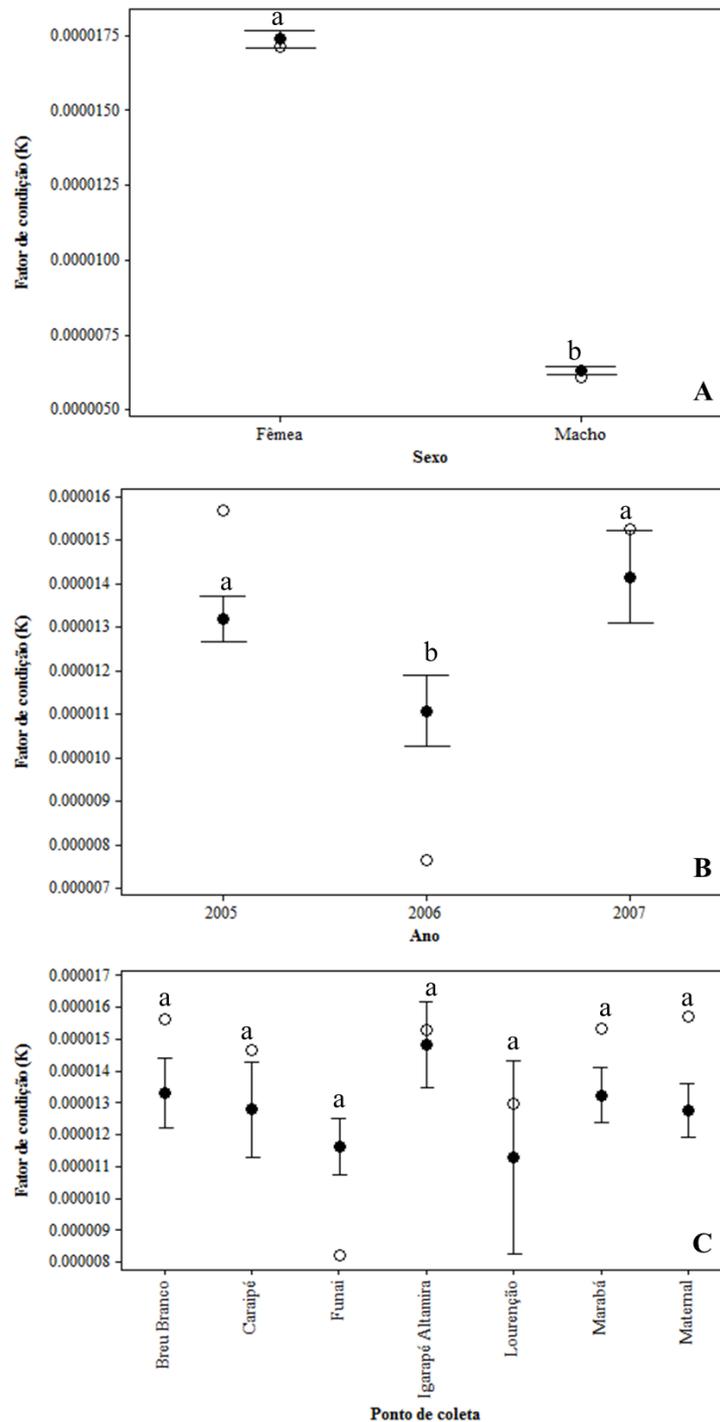


Fig. 11. Fator de condição médio e seus respectivos intervalos com 95% de confiança de *Hemiodus unimaculatus*, capturados a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007. (A) por sexo; (B) por ano e (C) por ponto de coleta. Pontos pretos representam a média, pontos claros a mediana e letras (minúsculas) iguais indicam que não existe diferença estatística.

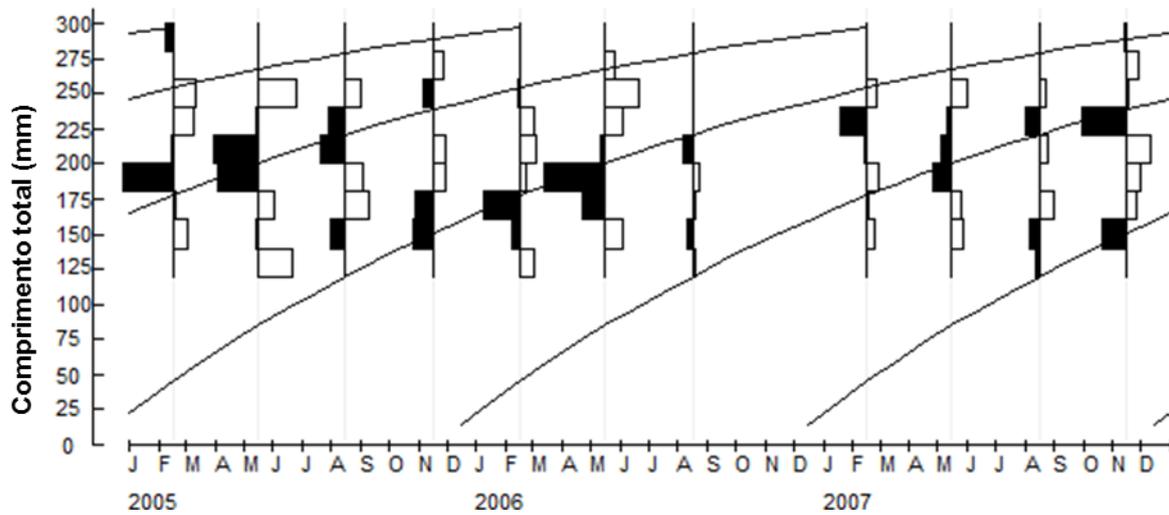


Fig. 12. Curvas de crescimento e histogramas de frequências de comprimento reestruturados de *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

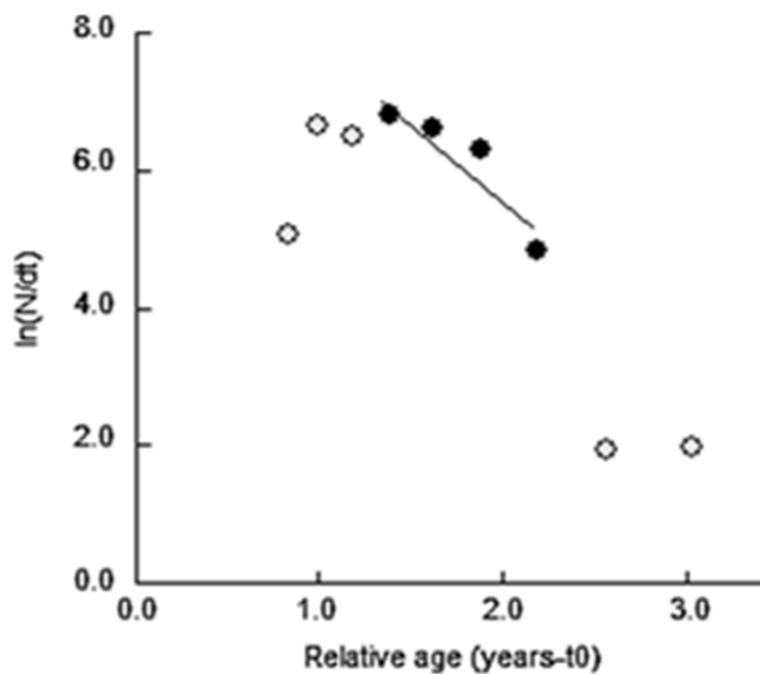


Fig. 13. Curva de captura convertida em comprimento de *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

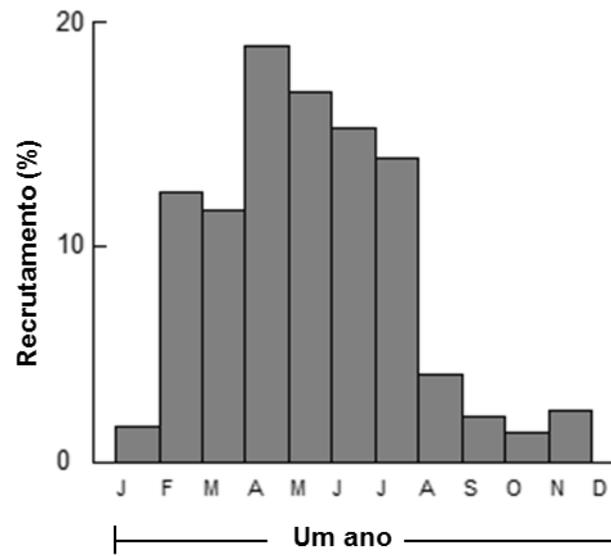


Fig. 14. Padrão de recrutamento de *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

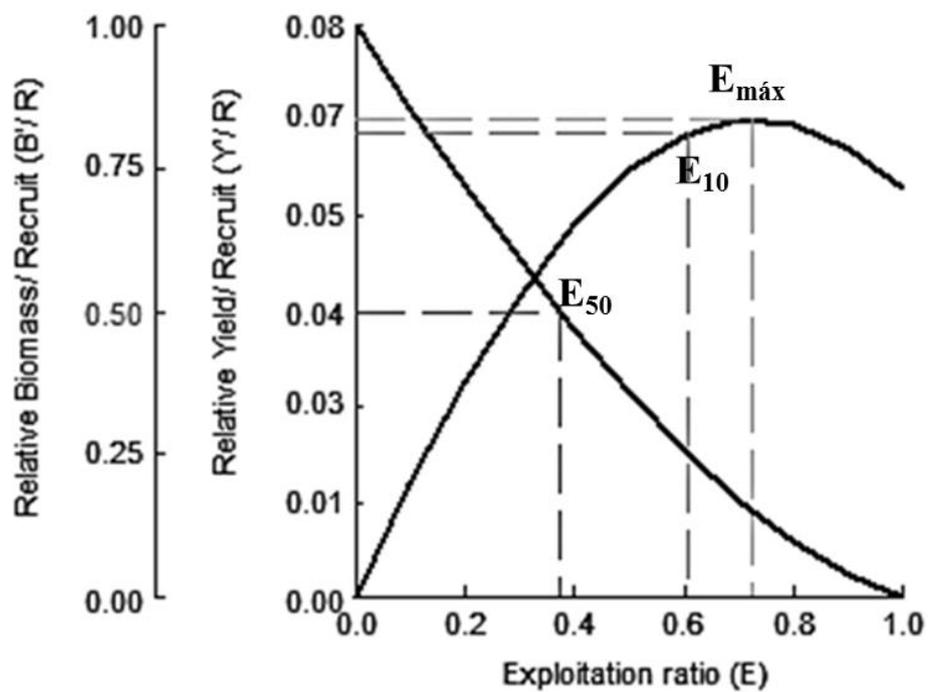


Fig. 15. Rendimento por recruta de *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

Tab. 6. Proporção sexual por ponto de coleta de *Hemiodus unimaculatus*, capturada a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, durante o período de 2005 a 2007.

Ponto de coleta	Fêmeas	Machos	χ^2_c	<i>p</i>
Breu Branco	84	67	1,70	0,1929
Caraipé	41	29	1,73	0,1886
Funai	87	100	0,77	0,3802
Maternal	114	68	11,13	0,0009
Igarapé Altamira	74	19	31,36	< 0,0001
Lourenção	11	10	0	1
Marabá	113	70	9,64	0,0019
Total	524	363	28,86	< 0,0001

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características de crescimento de *Hemiodus unimaculatus* foram semelhantes entre as regiões do reservatório e de montante, sugerindo que uma mesma população ocupa a área a montante da UHE Tucuruí. As fêmeas se apresentaram maiores e mais pesadas que os machos, caracterizando dimorfismo sexual na espécie, possivelmente relacionado a otimização do esforço parental e sucesso reprodutivo das fêmeas. Fêmeas maiores são mais fecundas e produzem larvas mais resistentes.

Na avaliação espaço-temporal da estrutura populacional, verificou-se mudanças ao longo de sete anos de estudo: aumento do tamanho da população, com captura de indivíduos maiores que os registrados na literatura; mudanças na proporção de jovens e adultos, com uma população mais estruturada no período inicial e predominantemente jovem no período final; e alterações na distribuição espacial, com áreas de desova e crescimento/alimentação distintas no início do estudo e expansão dos locais de desova para toda a área a montante da UHE Tucuruí no período final.

As curvas de seleção permitiram calcular um tamanho ótimo de malha de 60 mm entre nós opostos, visando proteger pelo menos 50% dos indivíduos jovens. Baseado nos resultados encontrados, a legislação atual, que regula a captura de hemiodontídeos na área de influência da UHE Tucuruí, encontra-se defasada, necessitando ser revista.

A proporção sexual encontrada é favorável às fêmeas, sendo diferente do esperado de 1:1. Mesmo alcançando maiores valores de peso e comprimento, as fêmeas apresentam um crescimento isométrico da mesma forma que os machos.

Os parâmetros de crescimento estimados para a equação de von Bertalanffy foram $L_{\infty} = 358$ mm, $k = 0,55$ ano⁻¹ e $t_0 = -0,15$ ano. As médias de mortalidade total e natural foram de 3,04 ano⁻¹ e 0,7 ano⁻¹, respectivamente. A taxa de exploração foi estimada em 0,77 e o rendimento por recruta mostrou que o estoque de *H. unimaculatus* está em sobrepesca, devendo a taxa de exploração ser reduzida em 52% para manter o recrutamento e a desova.

Assim, com todas as informações geradas, é possível notar que as mudanças na estrutura e dinâmica espaço-temporal de *H. unimaculatus* são, provavelmente, um processo de adaptação contínuo à formação do reservatório e o manejo pesqueiro adequado se torna essencial para a preservação da espécie. Para atingir esse objetivo, faz-se necessário rever a legislação pesqueira atual, buscando uma otimização do tamanho de malha para a captura da espécie, diminuir a taxa de exploração e monitorar regularmente a seletividade e os parâmetros populacionais.

ANEXOS

ANEXO 1

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA

Instruções gerais

O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word (arquivo “doc”), de acordo com a seguinte formatação:

- fonte Book Antiqua, tamanho 11;
- espaçamento entre linhas: 1,5;
- tamanho da página: A4;
- margens esquerda e direita: 2,5 cm;
- margens superior e inferior: 3,0 cm;
- número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências:
 - . Artigo Científico e Artigo de Revisão: 25 páginas;
 - . Nota Científica: 15 páginas;
 - . Relato de Caso: 15 páginas.
- as linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página. As páginas também devem ser numeradas.

Estrutura de Artigo Científico

A estrutura de Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Qualificação profissional (professor, pesquisador, aluno de pós graduação, pós doutorando, técnico) e Endereços institucionais (completos) e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências. O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol. Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito.

Referências

São apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de todos os autores da obra, a data de publicação, o título do artigo e do periódico, por extenso, local da publicação (sempre que possível), volume e/ou edição e número/intervalo de páginas.

Exemplos:

Citações no texto

- Usar o sistema Autor/Data, ou seja, o sobrenome do(s) autor(s) (em letras maiúsculas) e do ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

- para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”.

- para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976), pesquisando...” Se o artigo que está sendo submetido estiver redigido em português usar “e” ligando os sobrenomes dos autores.

ANEXO 2

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO IHERINGIA, SÉRIE ZOOLOGIA

O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser configurado em papel A4, em fonte "Times New Roman" com no máximo 30 páginas numeradas (incluindo as figuras) e o espaçamento duplo entre linhas. Manuscritos maiores poderão ser negociados com a Comissão Editorial.

Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores, com e-mail para contato; abstract e keywords (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão; agradecimentos e referências bibliográficas. As palavras-chave não deverão sobrepor com aquelas presentes no título. Não usar notas de rodapé.

Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.

Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME *et al.* (1988).

Disponibilizar as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos autores com "*et al.*") e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. In: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites. San Diego, Academic. v.2, p.344-365..

As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos sequenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser autoexplicativas. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. As figuras devem ser encaminhadas apenas em meio digital de alta qualidade (ver item 16).

As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e autoexplicativo.

Figuras e tabelas não devem ser inseridas, somente indicadas no corpo do texto.